

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: Tomoo MITSUNAGA **DT09 Rec'd PCT/PTO 08 SEP 2004**
Intn'l. Appln. No.: PCT/JP03/15758
Intn'l Filing Date: December 10, 2003
For: IMAGE PROCESSING APPARATUS AND METHOD

745 Fifth Avenue
New York, NY 10151

EXPRESS MAIL

Mailing Label Number: EV385414785US

Date of Deposit: September 8, 2004

I hereby certify that this paper or fee is being deposited with the United States Postal Service "Express Mail Post Office to Addressee" Service under 37 CFR 1.10 on the date indicated above and is addressed to Mail Stop PCT, Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Adam Ahmed

(Typed or printed name of person mailing paper or fee)

[Signature]

(Signature of person mailing paper or fee)

CLAIM OF PRIORITY UNDER 37 C.F.R. § 1.78(a)(2)

Mail Stop PCT
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Pursuant to 35 U.S.C. 119, this application is entitled to a claim of priority to Japan
Application Nos. 2003-003134 and 2003-003135 filed 09 January 2003.

Respectfully submitted,

FROMMER LAWRENCE & HAUG LLP
Attorneys for Applicant

By: William S. Frommer

William S. Frommer

Reg. No. 25,506

Tel. (212) 588-0800

BEST AVAILABLE COPY

10/507274 #2

CT/JP 03/15758

Rec'd PCT/PTO 08 SEP 2004

10.12.03

日 本 国 特 許 庁

JAPAN PATENT OFFICE

REC'D 09 JAN 2004

WIPO PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2003年 1月 9日

出 願 番 号
Application Number: 特願2003-003134
[ST. 10/C]: [JP2003-003134]

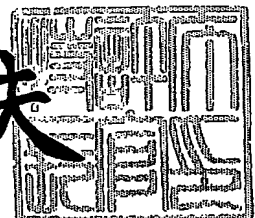
出 願 人
Applicant(s): ソニー株式会社

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年10月28日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特2003-3089155

【書類名】 特許願

【整理番号】 0290629212

【提出日】 平成15年 1月 9日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04N 1/407

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都品川区東五反田1丁目14番10号 株式会社ソニー木原研究所内

 【氏名】 光永 知生

【特許出願人】

 【識別番号】 000002185

 【氏名又は名称】 ソニー株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100082131

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 稲本 義雄

 【電話番号】 03-3369-6479

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 032089

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 9708842

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 画像処理装置および方法、記録媒体、並びにプログラム

【特許請求の範囲】

【請求項1】 画像のコントラストを補正する画像処理装置において、

入力された前記画像を構成する画素の輝度 L_c を平滑化して、平滑化画像を生成する平滑化手段と、

入力された前記画像を構成する画素の輝度 L_c 、前記平滑化画像を構成する画素の輝度 L_l 、および所定のゲイン値 g に基づき、コントラスト補正画像を生成するコントラスト補正手段と

を含み、

前記平滑化手段は、

入力された前記画像を縮小して、縮小画像を生成する縮小手段と、

前記縮小画像を構成する画素を用いた補間演算により、前記平滑化画像の画素の輝度 L_l を演算する補間手段とを含む

ことを特徴とする画像処理装置。

【請求項2】 前記コントラスト補正手段は、前記コントラスト補正画像を構成する画素の輝度 L_u を、次式

$$L_u = g \cdot (L_c - L_l) + L_l$$

に基づいて算出する

ことを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項3】 前記縮小手段は、入力された前記画像を複数のブロックに分割し、各ブロックに属する画素の輝度の平均値を計算して、前記平均値を画素の輝度とする、前記ブロックの数と同数の画素から構成される前記縮小画像を生成する

ことを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項4】 前記補間手段は、前記平滑化手段によって補間される画素の位置である補間位置に対応する前記縮小画像上の位置を特定し、特定した前記位置の近傍に存在する前記縮小画像の画素を用いて、前記平滑化画像の画素の輝度 L_l を演算する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 5】 前記補間手段は、前記平滑化手段によって補間される画素の位置である補間位置に対応する前記縮小画像上の位置を特定し、特定した前記位置の近傍に存在する前記縮小画像の 4×4 画素を用いた双 3 次補間により、前記平滑化画像の画素の輝度 L_1 を演算する

ことを特徴とする請求項 4 に記載の画像処理装置。

【請求項 6】 前記平滑化手段に入力する前の前記画像を構成する画素の輝度 L_c を対数変換する対数変換手段と、

前記コントラスト補正手段によって出力された前記コントラスト補正画像を構成する画素の輝度を対数逆変換する対数逆変換手段と

をさらに含むことを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 7】 画像のコントラストを補正する画像処理方法において、

入力された前記画像を構成する画素の輝度 L_c を平滑化して、平滑化画像を生成する平滑化ステップと、

入力された前記画像を構成する画素の輝度 L_c 、前記平滑化画像を構成する画素の輝度 L_1 、および所定のゲイン値 g に基づき、コントラスト補正画像を生成するコントラスト補正ステップと

を含み、

前記平滑化ステップの処理は、

入力された前記画像を縮小して、縮小画像を生成する縮小ステップと、

前記縮小画像を構成する画素を用いた補間演算により、前記平滑化画像の画素の輝度 L_1 を演算する補間ステップとを含む

ことを特徴とする画像処理方法。

【請求項 8】 画像のコントラストを補正するためのプログラムであって、

入力された前記画像を構成する画素の輝度 L_c を平滑化して、平滑化画像を生成する平滑化ステップと、

入力された前記画像を構成する画素の輝度 L_c 、前記平滑化画像を構成する画素の輝度 L_1 、および所定のゲイン値 g に基づき、コントラスト補正画像を生成するコントラスト補正ステップと

を含み、

前記平滑化ステップの処理は、

入力された前記画像を縮小して、縮小画像を生成する縮小ステップと、

前記縮小画像を構成する画素を用いた補間演算により、前記平滑化画像の画素の輝度 L_1 を演算する補間ステップとを含む

ことを特徴とするコンピュータが読み取り可能なプログラムが記録されている記録媒体。

【請求項 9】 画像のコントラストを補正するためのプログラムであって、

入力された前記画像を構成する画素の輝度 L_c を平滑化して、平滑化画像を生成する平滑化ステップと、

入力された前記画像を構成する画素の輝度 L_c 、前記平滑化画像を構成する画素の輝度 L_1 、および所定のゲイン値 g に基づき、コントラスト補正画像を生成するコントラスト補正ステップと

を含む処理をコンピュータに実行させ、

前記平滑化ステップの処理は、

入力された前記画像を縮小して、縮小画像を生成する縮小ステップと、

前記縮小画像を構成する画素を用いた補間演算により、前記平滑化画像の画素の輝度 L_1 を演算する補間ステップとを含む

ことを特徴とするプログラム。

【請求項 10】 画像のコントラストを補正する画像処理装置において、

入力された前記画像を構成する画素の輝度 L_c を平滑化して、平滑化画像を生成する平滑化手段と、

入力された前記画像を構成する画素の輝度 L_c 、前記平滑化画像を構成する画素の輝度 L_1 、およびゲイン値 g に基づき、コントラスト補正画像を生成するコントラスト補正手段と、

前記ゲイン値 g を設定するゲイン値設定手段と

を含み、

前記ゲイン値設定手段は、前記ゲイン値 g を、入力された初期ゲイン値 g_0 、基準ゲイン値 1、並びに、第 1 の輝度閾値 Th_1 、第 2 の輝度閾値 Th_2 、および

入力された前記画像を構成する画素の前記輝度 L_c によって算出される減衰値 $attn(T h_1, T h_2, L_c)$ に基づいて設定する

ことを特徴とする画像処理装置。

【請求項11】 前記ゲイン値設定手段は、前記ゲイン値 g を次式

$$g = 1 + (g_0 - 1) \cdot attn(T h_1, T h_2, L_c)$$

に従って設定する

ことを特徴とする請求項10に記載の画像処理装置。

【請求項12】 前記ゲイン値設定手段は、前記減衰値 $attn(T h_1, T h_2, L_c)$ を、次式

$$attn(T h_1, T h_2, L_c) = \begin{cases} (L_c - T h_1) / (T h_2 - T h_1) & | \\ & (2 T h_1 - T h_2 \leq L_c \leq T h_2) \end{cases}$$

$$attn(T h_1, T h_2, L_c) = 1$$

$$(L_c < 2 T h_1 - T h_2, T h_2 < L_c)$$

に従って算出する

ことを特徴とする請求項11に記載の画像処理装置。

【請求項13】 前記コントラスト補正手段は、前記コントラスト補正画像を構成する画素の輝度 L_u を、次式

$$L_u = g \cdot (L_c - L_l) + L_l$$

に基づいて算出する

ことを特徴とする請求項10に記載の画像処理装置。

【請求項14】 前記第1の輝度閾値 $T h_1$ は、中庸のグレイレベルであり

前記第2の輝度閾値 $T h_2$ は、最大の白レベルである

ことを特徴とする請求項10に記載の画像処理装置。

【請求項15】 前記平滑化手段に入力する前の前記画像を構成する画素の輝度 L_c を対数変換する対数変換手段と、

前記コントラスト補正手段によって出力された前記コントラスト補正画像を構成する画素の輝度を対数逆変換する対数逆変換手段と

をさらに含むことを特徴とする請求項10に記載の画像処理装置。

【請求項 16】 画像のコントラストを補正する画像処理方法において、
入力された前記画像を構成する画素の輝度 L_c を平滑化して、平滑化画像を生成する平滑化ステップと、

入力された前記画像を構成する画素の輝度 L_c 、前記平滑化画像を構成する画素の輝度 L_1 、およびゲイン値 g に基づき、コントラスト補正画像を生成するコントラスト補正ステップと、

前記ゲイン値 g を設定するゲイン値設定ステップと

を含み、

前記ゲイン値設定ステップの処理は、前記ゲイン値 g を、入力された初期ゲイン値 g_0 、基準ゲイン値 1 、並びに、第 1 の輝度閾値 Th_1 、第 2 の輝度閾値 Th_2 、および入力された前記画像を構成する画素の前記輝度 L_c によって算出される減衰値 $attn(Th_1, Th_2, L_c)$ に基づいて設定する

ことを特徴とする画像処理方法。

【請求項 17】 画像のコントラストを補正するためのプログラムであって

、
入力された前記画像を構成する画素の輝度 L_c を平滑化して、平滑化画像を生成する平滑化ステップと、

入力された前記画像を構成する画素の輝度 L_c 、前記平滑化画像を構成する画素の輝度 L_1 、およびゲイン値 g に基づき、コントラスト補正画像を生成するコントラスト補正ステップと、

前記ゲイン値 g を設定するゲイン値設定ステップと

を含み、

前記ゲイン値設定ステップの処理は、前記ゲイン値 g を、入力された初期ゲイン値 g_0 、基準ゲイン値 1 、並びに、第 1 の輝度閾値 Th_1 、第 2 の輝度閾値 Th_2 、および入力された前記画像を構成する画素の前記輝度 L_c によって算出される減衰値 $attn(Th_1, Th_2, L_c)$ に基づいて設定する

ことを特徴とするコンピュータが読み取り可能なプログラムが記録されている記録媒体。

【請求項 18】 画像のコントラストを補正するためのプログラムであって

入力された前記画像を構成する画素の輝度 L_c を平滑化して、平滑化画像を生成する平滑化ステップと、

入力された前記画像を構成する画素の輝度 L_c 、前記平滑化画像を構成する画素の輝度 L_1 、およびゲイン値 g に基づき、コントラスト補正画像を生成するコントラスト補正ステップと、

前記ゲイン値 g を設定するゲイン値設定ステップと

を含む処理をコンピュータに実行させ、

前記ゲイン値設定ステップの処理は、前記ゲイン値 g を、入力された初期ゲイン値 g_0 、基準ゲイン値 1 、並びに、第 1 の輝度閾値 Th_1 、第 2 の輝度閾値 Th_2 、および入力された前記画像を構成する画素の前記輝度 L_c によって算出される減衰値 $attn(Th_1, Th_2, L_c)$ に基づいて設定する

ことを特徴とするプログラム。

【請求項 19】 画像の輝度の階調を圧縮する画像処理装置において、入力された前記画像を構成する画素の輝度 L を、変換関数に基づいて変換し、トーン変換画像を生成する変換手段と、

前記トーン変換画像を構成する画素の輝度 L_c を平滑化して、平滑化画像を生成する平滑化手段と、

前記トーン変換画像を構成する画素の輝度 L_c 、前記平滑化画像を構成する画素の輝度 L_1 、およびゲイン値 g に基づき、コントラスト補正画像を生成するコントラスト補正手段と、

前記変換関数の傾き γ の逆数 $1/\gamma$ である初期ゲイン値 g_0 に基づき、前記ゲイン値 g を設定するゲイン値設定手段と

を含み、

前記ゲイン値設定手段は、前記ゲイン値 g を、前記初期ゲイン値 g_0 、基準ゲイン値 1 、並びに、第 1 の輝度閾値 Th_1 、第 2 の輝度閾値 Th_2 、および前記トーン変換画像を構成する画素の前記輝度 L_c によって算出される減衰値 $attn(Th_1, Th_2, L_c)$ に基づいて設定する

ことを特徴とする画像処理装置。

【請求項 20】 前記ゲイン値設定手段は、前記ゲイン値 g を次式

$$g = 1 + (g_0 - 1) \cdot \text{attn}(Th_1, Th_2, L_c)$$

に従って設定する

ことを特徴とする請求項 19 に記載の画像処理装置。

【請求項 21】 前記ゲイン値設定手段は、前記減衰値 $\text{attn}(Th_1, Th_2, L_c)$ を、次式

$$\text{attn}(Th_1, Th_2, L_c) = | (L_c - Th_1) / (Th_2 - Th_1) |$$
$$(2Th_1 - Th_2 \leq L_c \leq Th_2)$$

$$\text{attn}(Th_1, Th_2, L_c) = 1$$

$$(L_c < 2Th_1 - Th_2, Th_2 < L_c)$$

に従って算出する

ことを特徴とする請求項 20 に記載の画像処理装置。

【請求項 22】 前記コントラスト補正手段は、前記コントラスト補正画像を構成する画素の輝度 L_u を、次式

$$L_u = g \cdot (L_c - L_l) + L_l$$

に基づいて算出する

ことを特徴とする請求項 19 に記載の画像処理装置。

【請求項 23】 前記第 1 の輝度閾値 Th_1 は、中庸のグレイレベルであり

前記第 2 の輝度閾値 Th_2 は、最大の白レベルである

ことを特徴とする請求項 19 に記載の画像処理装置。

【請求項 24】 前記トーン変換手段に入力する前の前記画像を構成する画素の輝度 L を対数変換する対数変換手段と、

前記コントラスト補正手段によって出力された前記コントラスト補正画像を構成する画素の輝度を対数逆変換する対数逆変換手段と

をさらに含むことを特徴とする請求項 19 に記載の画像処理装置。

【請求項 25】 前記平滑化手段は、

入力された前記トーン変換画像を縮小して、縮小画像を生成する縮小手段と、

前記縮小画像を構成する画素を用いた補間演算により、前記平滑化画像の画素

の輝度 L_1 を演算する補間手段と

を含むことを特徴とする請求項 19 に記載の画像処理装置。

【請求項 26】 画像の輝度の階調を圧縮する画像処理方法において、
入力された前記画像を構成する画素の輝度 L を、変換関数に基づいて変換し、トーン変換画像を生成する変換ステップと、

前記トーン変換画像を構成する画素の輝度 L_c を平滑化して、平滑化画像を生成する平滑化ステップと、

前記トーン変換画像を構成する画素の輝度 L_c 、前記平滑化画像を構成する画素の輝度 L_1 、およびゲイン値 g に基づき、コントラスト補正画像を生成するコントラスト補正ステップと、

前記変換関数の傾き γ の逆数 $1/\gamma$ である初期ゲイン値 g_0 に基づき、前記ゲイン値 g を設定するゲイン値設定ステップと

を含み、

前記ゲイン値設定ステップの処理は、前記ゲイン値 g を、前記初期ゲイン値 g_0 、基準ゲイン値 1、並びに、第 1 の輝度閾値 Th_1 、第 2 の輝度閾値 Th_2 、および前記トーン変換画像を構成する画素の前記輝度 L_c によって算出される減衰値 $attn(Th_1, Th_2, L_c)$ に基づいて設定する

ことを特徴とする画像処理方法。

【請求項 27】 画像の輝度の階調を圧縮するためのプログラムであって、
入力された前記画像を構成する画素の輝度 L を、変換関数に基づいて変換し、トーン変換画像を生成する変換ステップと、

前記トーン変換画像を構成する画素の輝度 L_c を平滑化して、平滑化画像を生成する平滑化ステップと、

前記トーン変換画像を構成する画素の輝度 L_c 、前記平滑化画像を構成する画素の輝度 L_1 、およびゲイン値 g に基づき、コントラスト補正画像を生成するコントラスト補正ステップと、

前記変換関数の傾き γ の逆数 $1/\gamma$ である初期ゲイン値 g_0 に基づき、前記ゲイン値 g を設定するゲイン値設定ステップと

を含み、

前記ゲイン値設定ステップの処理は、前記ゲイン値 g を、前記初期ゲイン値 g_0 、基準ゲイン値 1、並びに、第 1 の輝度閾値 Th_1 、第 2 の輝度閾値 Th_2 、および前記トーン変換画像を構成する画素の前記輝度 L_c によって算出される減衰値 $attn(Th_1, Th_2, L_c)$ に基づいて設定する

ことを特徴とするコンピュータが読み取り可能なプログラムが記録されている記録媒体。

【請求項 28】 画像の輝度の階調を圧縮するためのプログラムであって、入力された前記画像を構成する画素の輝度 L を、変換関数に基づいて変換し、トーン変換画像を生成する変換ステップと、

前記トーン変換画像を構成する画素の輝度 L_c を平滑化して、平滑化画像を生成する平滑化ステップと、

前記トーン変換画像を構成する画素の輝度 L_c 、前記平滑化画像を構成する画素の輝度 L_1 、およびゲイン値 g に基づき、コントラスト補正画像を生成するコントラスト補正ステップと、

前記変換関数の傾き γ の逆数 $1/\gamma$ である初期ゲイン値 g_0 に基づき、前記ゲイン値 g を設定するゲイン値設定ステップと

を含む処理をコンピュータに実行させ、

前記ゲイン値設定ステップの処理は、前記ゲイン値 g を、前記初期ゲイン値 g_0 、基準ゲイン値 1、並びに、第 1 の輝度閾値 Th_1 、第 2 の輝度閾値 Th_2 、および前記トーン変換画像を構成する画素の前記輝度 L_c によって算出される減衰値 $attn(Th_1, Th_2, L_c)$ に基づいて設定する

ことを特徴とするプログラム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、画像処理装置および方法、記録媒体、並びにプログラムに関し、特に、見栄得を損なうことなく、画像のコントラストを強調する場合に用いて好適な画像処理装置および方法、記録媒体、並びにプログラムに関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、CCD(Charge Coupled Device)やCMOS(Complementary Metal-Oxide Semiconductor)等の固体撮像素子がビデオカメラやスチルカメラなどの撮像機器、FA(Factory Automation)における部品検査装置、ME(Medical Electronics)における電子内視鏡などの光計測装置等に幅広く利用されている。

【0003】

近年、これらの固体撮像素子を用いて光学フィルム写真に匹敵するような画素値のダイナミックレンジが広い画像（以下、広DR画像と記述する）を得るための技術が多数提案されている（例えば、特許文献1参照）。

【0004】

一方、動画像や静止画像を表示するCRT(Cathode Ray Tube)、LCD(Liquid Crystal Display)等の表示装置、プロジェクタ等の投影装置、各種の印刷装置は、現在においても、対応できる画素値のダイナミックレンジは広域化されておらず、対応可能な輝度階調に制限がある。このため、広DR画像を撮影したとしても、それをその状態で表示、投影あるいは印刷可能な装置が存在していないのが現状である。

【0005】

そこで、当面においては、広DR画像の画素値のダイナミックレンジを狭めて、換言すれば、輝度階調を圧縮して、表示装置などのダイナミックレンジに適應させた画像（以下、狭DR画像と記述する）を生成するための技術（以下、階調圧縮技術と記述する）が必要とされている。

【0006】

ここで、従来において提案された階調圧縮技術について説明する。階調圧縮技術は、単純には、広DR画像の画素値の階調を、表示装置等が対応可能なより狭いダイナミックレンジの階調に合わせて再配分することにより実現される。

【0007】

しかしながら、上述したように、単に、広DR画像の画素値の階調を、狭いダイナミックレンジに均等に階調を再配分しただけでは、画像全体の輝度変化が小さくなってしまい、コントラストが低下した見栄得が悪い画像に変換されてしま

うことになる。そこで、従来、コントラスト低下を抑制することができる階調圧縮技術がいくつか提案されている。以下、従来提案されている3種類の階調圧縮技術について説明する。

【0008】

第1の階調圧縮技術としては、入力する広DR画像の輝度のヒストグラムに基づき、階調の再配分規則を適応的に決定する（具体的には、階調変換曲線を、入力画像のヒストグラムを元に算出する）技術を挙げることができる。第1の階調圧縮技術は、画像中の重要な被写体が占める面積の比率は大きいことを前提として、ヒストグラムのピーク近辺の輝度値になるべく多くの階調を配分するように階調変換曲線を決定するようにし、少なくとも重要な被写体におけるコントラスト低下を抑制しようとするものである（例えば、特許文献2参照）。

【0009】

しかしながら、このような階調配分のみの工夫ではあらゆる状況で満足が得られる結果を得ることは難しい。例えば、重要な被写体が画像中に複数存在する場合、背景が均一な輝度であって、かつ、比較的広い面積を占めている場合（例えば青空）などでは、しばしば被写体に十分な階調が配分されなくなることがある。

【0010】

第2の階調圧縮技術としては、階調変換前または後のどちらか一方において画像中の高周波成分を強調する技術を挙げることができる。第2の階調圧縮技術は、階調変換によって失われた（または階調変換によって失われると思われる）コントラストを画像から見積もり、その分をアンシャープマスキングなどの高周波強調フィルタを用いて補償するものである（例えば、特許文献3参照）。

【0011】

第2の階調圧縮技術は、第1の階調圧縮技術のように画像の構図に依存する問題は生じないという利点がある。しかしながら、高周波強調フィルタは被写体の輪郭部分においてオーバーシュートを生じたり、平坦な部分においてノイズを強調したりするなどの問題があり、見栄得が良い画像を得られないことがある。

【0012】

第3の階調変換技術としては、広DR画像を低周波成分画像と高周波成分画像に分離し、高周波成分画像はそのままに、低周波成分画像に対して適当な階調変換処理を施して、最後にそれらを1つの画像に加算合成する技術を挙げることができる（例えば、特許文献4参照）。

【0013】

第3の階調変換技術によれば、広DR画像の高周波成分は階調圧縮を施さないで、生成される画像のコントラスト低下を防ぐことができる。しかしながら、第3の階調変換技術も、第2の階調変換技術と同様に、被写体の輪郭部分において輝度のオーバーシュートを生じたり、平坦な部分においてノイズを強調したりするなどの問題があるので、低周波成分画像と高周波成分画像に分離する処理に非線形フィルタ（例えば、メディアンフィルタ）を用いることにより、この問題を解決する方法も提案されている（例えば、特許文献4参照）。

【0014】

【特許文献1】

特開平8-223491号公報

【特許文献2】

特開平9-331469号公報

【特許文献3】

特開2000-115534号公報

【特許文献4】

特開平9-214766号公報

【0015】

【発明が解決しようとする課題】

以上に説明した第1乃至第3の階調圧縮技術をまとめると以下の課題が存在する。

【0016】

第1に、高周波成分を強調することに伴い、被写体の輪郭部分において輝度のオーバーシュートが生じることである。これを抑止するためには、比較的大きいサイズ（20×20画素）の2次元非線形フィルタが必要であるが、このような

サイズの 2 次元非線形フィルタをソフトウェアとして実現するには演算コストが非常に大きくなる課題があり、ハードウェアとして実現するためにはディレイラインを大量に必要とするため回路規模が大きくなってしまう課題があった。

【0017】

第 2 に、高輝度域および低輝度域における高周波成分のコントラスト強調量の制御についてである。上述した第 2 および第 3 の階調圧縮技術では、輝度を低周波成分と高周波成分に分離して、低周波成分を比較的抑制し、高周波成分を強調することにより、コントラストを保持した階調圧縮を行うことが共通している。

【0018】

しかしながら、表示装置などが許容する最大輝度と最小輝度の近辺では高周波成分を強調することによって輝度のクリッピングが生じて結果的に画像のディテールが失われ、適切な階調変換が行われたとはいえないので、輝度のクリッピングが生じないような対処が必要である課題があった。

【0019】

さらに、輝度のクリッピングが生じないような状態でも、コントラストの強調が強すぎれば、被写体の輪郭部分が不自然に強調された画像となってしまう課題があった。

【0020】

本発明はこのような状況に鑑みてなされたものであり、使用するメモリの容量がより小さく、演算が少なく、ハードウェア化が容易であり、かつ、適切に画像のコントラストを強調できるようにすることを目的とする。

【0021】

【課題を解決するための手段】

本発明の第 1 の画像処理装置は、入力された画像を構成する画素の輝度 L_c を平滑化して、平滑化画像を生成する平滑化手段と、入力された画像を構成する画素の輝度 L 、平滑化画像を構成する画素の輝度 L_1 、および所定のゲイン値 g に基づき、コントラスト補正画像を生成するコントラスト補正手段とを含み、前記平滑化手段は、入力された画像を縮小して、縮小画像を生成する縮小手段と、縮小画像を構成する画素を用いた補間演算により、平滑化画像の画素の輝度 L_1 を

演算する補間手段とを含むことを特徴とする。

【0022】

前記コントラスト補正手段は、コントラスト補正画像を構成する画素の輝度 L_u を、次式

$$L_u = g \cdot (L_c - L_1) + L_1$$

に基づいて算出するようにすることができる。

【0023】

前記縮小手段は、入力された画像を複数のブロックに分割し、各ブロックに属する画素の輝度の平均値を計算して、平均値を画素の輝度とする、ブロックの数と同数の画素から構成される縮小画像を生成するようにすることができる。

【0024】

前記補間手段は、平滑化手段によって補間される画素の位置である補間位置に対応する縮小画像上の位置を特定し、特定した位置の近傍に存在する縮小画像の画素を用いて、平滑化画像の画素の輝度 L_1 を演算するようにすることができる。

【0025】

前記補間手段は、平滑化手段によって補間される画素の位置である補間位置に対応する縮小画像上の位置を特定し、特定した位置の近傍に存在する縮小画像の 4×4 画素を用いた双3次補間により、平滑化画像の画素の輝度 L_1 を演算するようにすることができる。

【0026】

本発明の第1の画像処理装置は、平滑化手段に入力する前の画像を構成する画素の輝度 L_c を対数変換する対数変換手段と、コントラスト補正手段によって出力されたコントラスト補正画像を構成する画素の輝度を対数逆変換する対数逆変換手段とをさらに含むことができる。

【0027】

本発明の第1の画像処理方法は、入力された画像を構成する画素の輝度 L_c を平滑化して、平滑化画像を生成する平滑化ステップと、入力された画像を構成する画素の輝度 L_c 、平滑化画像を構成する画素の輝度 L_1 、および所定のゲイン値

gに基づき、コントラスト補正画像を生成するコントラスト補正ステップとを含み、前記平滑化ステップの処理は、入力された画像を縮小して、縮小画像を生成する縮小ステップと、縮小画像を構成する画素を用いた補間演算により、平滑化画像の画素の輝度 L_1 を演算する補間ステップとを含むことを特徴とする。

【0028】

本発明の第1の記録媒体のプログラムは、入力された画像を構成する画素の輝度 L_c を平滑化して、平滑化画像を生成する平滑化ステップと、入力された画像を構成する画素の輝度 L 、平滑化画像を構成する画素の輝度 L_1 、および所定のゲイン値 g に基づき、コントラスト補正画像を生成するコントラスト補正ステップとを含み、前記平滑化ステップの処理は、入力された画像を縮小して、縮小画像を生成する縮小ステップと、縮小画像を構成する画素を用いた補間演算により、平滑化画像の画素の輝度 L_1 を演算する補間ステップとを含むことを特徴とする。

【0029】

本発明の第1のプログラムは、入力された画像を構成する画素の輝度 L を平滑化して、平滑化画像を生成する平滑化ステップと、入力された画像を構成する画素の輝度 L_c 、平滑化画像を構成する画素の輝度 L_1 、および所定のゲイン値 g に基づき、コントラスト補正画像を生成するコントラスト補正ステップとを含む処理をコンピュータに実行させ、前記平滑化ステップの処理は、入力された画像を縮小して、縮小画像を生成する縮小ステップと、縮小画像を構成する画素を用いた補間演算により、平滑化画像の画素の輝度 L_1 を演算する補間ステップとを含むことを特徴とする。

【0030】

本発明の第2の画像処理装置は、入力された画像を構成する画素の輝度 L_c を平滑化して、平滑化画像を生成する平滑化手段と、入力された画像を構成する画素の輝度 L 、平滑化画像を構成する画素の輝度 L_1 、およびゲイン値 g に基づき、コントラスト補正画像を生成するコントラスト補正手段と、ゲイン値 g を設定するゲイン値設定手段とを含み、前記ゲイン値設定手段は、ゲイン値 g を、入力された初期ゲイン値 g_0 、基準ゲイン値1、並びに、第1の輝度閾値 Th_1 、第2

の輝度閾値 Th_2 、および入力された画像を構成する画素の輝度 L_c によって算出される減衰値 $attn(Th_1, Th_2, L_c)$ に基づいて設定することを特徴とする。

【0031】

前記ゲイン値設定手段は、ゲイン値 g を次式

$$g = 1 + (g_0 - 1) \cdot attn(Th_1, Th_2, L_c)$$

に従って設定するようにすることができる。

【0032】

前記ゲイン値設定手段は、減衰値 $attn(Th_1, Th_2, L_c)$ を、次式

$$attn(Th_1, Th_2, L_c) = \begin{cases} (L_c - Th_1) / (Th_2 - Th_1) & | \\ (2Th_1 - Th_2 \leq L_c \leq Th_2) \end{cases}$$

$$attn(Th_1, Th_2, L_c) = 1$$

$$(L_c < 2Th_1 - Th_2, Th_2 < L_c)$$

に従って算出するようにすることができる。

【0033】

前記コントラスト補正手段は、コントラスト補正画像を構成する画素の輝度 L_u を、次式

$$L_u = g \cdot (L_c - L_1) + L_1$$

に基づいて算出するようにすることができる。

【0034】

前記第1の輝度閾値 Th_1 は、中庸のグレイレベルであり、前記第2の輝度閾値 Th_2 は、最大の白レベルであるようにすることができる。

【0035】

本発明の第2の画像処理装置は、平滑化手段に入力する前の画像を構成する画素の輝度 L_c を対数変換する対数変換手段と、コントラスト補正手段によって出力されたコントラスト補正画像を構成する画素の輝度を対数逆変換する対数逆変換手段とをさらに含むことができる。

【0036】

本発明の第2の画像処理方法は、入力された画像を構成する画素の輝度 L_c を

平滑化して、平滑化画像を生成する平滑化ステップと、入力された画像を構成する画素の輝度 L 、平滑化画像を構成する画素の輝度 L_1 、およびゲイン値 g に基づき、コントラスト補正画像を生成するコントラスト補正ステップと、ゲイン値 g を設定するゲイン値設定ステップとを含み、前記ゲイン値設定ステップの処理は、ゲイン値 g を、入力された初期ゲイン値 g_0 、基準ゲイン値 1 、並びに、第 1 の輝度閾値 Th_1 、第 2 の輝度閾値 Th_2 、および入力された画像を構成する画素の輝度 L_c によって算出される減衰値 $attn(Th_1, Th_2, L_c)$ に基づいて設定することを特徴とする。

【0037】

本発明の第 2 の記録媒体のプログラムは、入力された画像を構成する画素の輝度 L_c を平滑化して、平滑化画像を生成する平滑化ステップと、入力された画像を構成する画素の輝度 L_c 、平滑化画像を構成する画素の輝度 L_1 、およびゲイン値 g に基づき、コントラスト補正画像を生成するコントラスト補正ステップと、ゲイン値 g を設定するゲイン値設定ステップとを含み、前記ゲイン値設定ステップの処理は、ゲイン値 g を、入力された初期ゲイン値 g_0 、基準ゲイン値 1 、並びに、第 1 の輝度閾値 Th_1 、第 2 の輝度閾値 Th_2 、および入力された画像を構成する画素の輝度 L_c によって算出される減衰値 $attn(Th_1, Th_2, L_c)$ に基づいて設定することを特徴とする。

【0038】

本発明の第 2 の記録媒体のプログラムは、入力された画像を構成する画素の輝度 L_c を平滑化して、平滑化画像を生成する平滑化ステップと、入力された画像を構成する画素の輝度 L_c 、平滑化画像を構成する画素の輝度 L_1 、およびゲイン値 g に基づき、コントラスト補正画像を生成するコントラスト補正ステップと、ゲイン値 g を設定するゲイン値設定ステップとを含む処理をコンピュータに実行させ、前記ゲイン値設定ステップの処理は、ゲイン値 g を、入力された初期ゲイン値 g_0 、基準ゲイン値 1 、並びに、第 1 の輝度閾値 Th_1 、第 2 の輝度閾値 Th_2 、および入力された画像を構成する画素の輝度 L_c によって算出される減衰値 $attn(Th_1, Th_2, L_c)$ に基づいて設定することを特徴とする。

【0039】

本発明の第3の画像処理装置は、入力された画像を構成する画素の輝度 L を、変換関数に基づいて変換し、トーン変換画像を生成する変換手段と、トーン変換画像を構成する画素の輝度 L_c を平滑化して、平滑化画像を生成する平滑化手段と、トーン変換画像を構成する画素の輝度 L_c 、平滑化画像を構成する画素の輝度 L_1 、およびゲイン値 g に基づき、コントラスト補正画像を生成するコントラスト補正手段と、変換関数の傾き γ の逆数 $1/\gamma$ である初期ゲイン値 g_0 に基づき、ゲイン値 g を設定するゲイン値設定手段とを含み、前記ゲイン値設定手段は、ゲイン値 g を、初期ゲイン値 g_0 、基準ゲイン値1、並びに、第1の輝度閾値 Th_1 、第2の輝度閾値 Th_2 、およびトーン変換画像を構成する画素の輝度 L_c によって算出される減衰値 $attn(Th_1, Th_2, L_c)$ に基づいて設定することを特徴とする。

【0040】

前記ゲイン値設定手段は、ゲイン値 g を次式

$$g = 1 + (g_0 - 1) \cdot attn(Th_1, Th_2, L_c)$$

に従って設定するようにすることができる。

【0041】

前記ゲイン値設定手段は、減衰値 $attn(Th_1, Th_2, L_c)$ を、次式

$$attn(Th_1, Th_2, L_c) = | (L_c - Th_1) / (Th_2 - Th_1) |$$

$$(2Th_1 - Th_2 \leq L_c \leq Th_2)$$

$$attn(Th_1, Th_2, L_c) = 1$$

$$(L_c < 2Th_1 - Th_2, Th_2 < L_c)$$

に従って算出するようにすることができる。

【0042】

前記コントラスト補正手段は、コントラスト補正画像を構成する画素の輝度 L_u を、次式

$$L_u = g \cdot (L_c - L_1) + L_1$$

に基づいて算出するようにすることができる。

【0043】

前記第1の輝度閾値 Th_1 は、中庸のグレイレベルであり、前記第2の輝度閾

値 Th_2 は、最大の白レベルであるようにすることができる。

【0044】

本発明の第3の画像処理装置は、トーン変換手段に入力する前の画像を構成する画素の輝度 L を対数変換する対数変換手段と、コントラスト補正手段によって出力されたコントラスト補正画像を構成する画素の輝度を対数逆変換する対数逆変換手段とをさらに含むことができる。

【0045】

前記平滑化手段は、入力されたトーン変換画像を縮小して、縮小画像を生成する縮小手段と、縮小手段によって生成された縮小画像を構成する画素を用いた補間演算により、平滑化画像の画素の輝度 L_1 を演算する補間手段とを含むようにすることができる。

【0046】

本発明の第3の画像処理方法は、入力された画像を構成する画素の輝度 L を、変換関数に基づいて変換し、トーン変換画像を生成する変換ステップと、トーン変換画像を構成する画素の輝度 L_c を平滑化して、平滑化画像を生成する平滑化ステップと、トーン変換画像を構成する画素の輝度 L_c 、平滑化画像を構成する画素の輝度 L_1 、およびゲイン値 g に基づき、コントラスト補正画像を生成するコントラスト補正ステップと、変換関数の傾き γ の逆数 $1/\gamma$ である初期ゲイン値 g_0 に基づき、ゲイン値 g を設定するゲイン値設定ステップとを含み、前記ゲイン値設定ステップの処理は、ゲイン値 g を、初期ゲイン値 g_0 、基準ゲイン値 1 、並びに、第1の輝度閾値 Th_1 、第2の輝度閾値 Th_2 、およびトーン変換画像を構成する画素の輝度 L_c によって算出される減衰値 $attn(Th_1, Th_2, L_c)$ に基づいて設定することを特徴とする。

【0047】

本発明の第3の記録媒体のプログラムは、入力された画像を構成する画素の輝度 L を、変換関数に基づいて変換し、トーン変換画像を生成する変換ステップと、トーン変換画像を構成する画素の輝度 L_c を平滑化して、平滑化画像を生成する平滑化ステップと、トーン変換画像を構成する画素の輝度 L_c 、平滑化画像を構成する画素の輝度 L_1 、およびゲイン値 g に基づき、コントラスト補正画像を

生成するコントラスト補正ステップと、変換関数の傾き γ の逆数 $1/\gamma$ である初期ゲイン値 g_0 に基づき、ゲイン値 g を設定するゲイン値設定ステップとを含み、前記ゲイン値設定ステップの処理は、ゲイン値 g を、初期ゲイン値 g_0 、基準ゲイン値1、並びに、第1の輝度閾値 Th_1 、第2の輝度閾値 Th_2 、およびトーン変換画像を構成する画素の輝度 L_c によって算出される減衰値 $attn(Th_1, Th_2, L_c)$ に基づいて設定することを特徴とする。

【0048】

本発明の第3のプログラムは、入力された画像を構成する画素の輝度 L を、変換関数に基づいて変換し、トーン変換画像を生成する変換ステップと、トーン変換画像を構成する画素の輝度 L_c を平滑化して、平滑化画像を生成する平滑化ステップと、トーン変換画像を構成する画素の輝度 L_c 、平滑化画像を構成する画素の輝度 L_1 、およびゲイン値 g に基づき、コントラスト補正画像を生成するコントラスト補正ステップと、変換関数の傾き γ の逆数 $1/\gamma$ である初期ゲイン値 g_0 に基づき、ゲイン値 g を設定するゲイン値設定ステップとを含む処理をコンピュータに実行させ、前記ゲイン値設定ステップの処理は、ゲイン値 g を、初期ゲイン値 g_0 、基準ゲイン値1、並びに、第1の輝度閾値 Th_1 、第2の輝度閾値 Th_2 、およびトーン変換画像を構成する画素の輝度 L_c によって算出される減衰値 $attn(Th_1, Th_2, L_c)$ に基づいて設定することを特徴とする。

【0049】

本発明の第1の画像処理装置および方法、並びにプログラムにおいては、入力された画像を構成する画素の輝度 L_c を元に平滑化画像が生成され、入力された画像を構成する画素の輝度 L 、平滑化画像を構成する画素の輝度 L_1 、および所定のゲイン値 g に基づき、コントラスト補正画像が生成される。

【0050】

本発明の第2の画像処理装置および方法、並びにプログラムにおいては、入力された画像を構成する画素の輝度 L_c を元に平滑化画像が生成され、入力された画像を構成する画素の輝度 L 、平滑化画像を構成する画素の輝度 L_1 、およびゲイン値 g に基づき、コントラスト補正画像が生成される。ゲイン値 g は、入力された初期ゲイン値 g_0 、基準ゲイン値1、並びに、第1の輝度閾値 Th_1 、第2の

輝度閾値 Th_2 、および入力された画像を構成する画素の輝度 L_c によって算出される減衰値 $attn(Th_1, Th_2, L_c)$ に基づいて設定される。

【0051】

本発明の第3の画像処理装置および方法、並びにプログラムにおいては、入力された画像を構成する画素の輝度 L が、変換関数に基づいてトーン変換画像に変換され、トーン変換画像を構成する画素の輝度 L_c を元に平滑化画像が生成される。また、トーン変換画像を構成する画素の輝度 L_c 、平滑化画像を構成する画素の輝度 L_1 、およびゲイン値 g に基づき、コントラスト補正画像が生成される。ゲイン値 g は、変換関数の傾き γ の逆数 $1/\gamma$ 、基準ゲイン値 1 、並びに、第1の輝度閾値 Th_1 、第2の輝度閾値 Th_2 、およびトーン変換画像を構成する画素の輝度 L_c によって算出される減衰値 $attn(Th_1, Th_2, L_c)$ に基づいて設定される。

【0052】

【発明の実施の形態】

図1は、本発明を適用した画像処理システムの構成例を示している。この画像処理システム1は、被写体を撮影し、通常よりも広いダイナミックレンジの画素値（輝度）を有する画素から構成される広DR画像 L を生成するビデオカメラ2、ビデオカメラ2によって生成された広DR画像 L の階調を、ディスプレイ11が表示可能な階調の範囲に圧縮する画像処理装置10、および画像処理装置10によって生成される階調圧縮画像 L_u を表示するディスプレイ11から構成される。

【0053】

ビデオカメラ2は、被写体の光画像を集光するレンズ3、光画像の光量を調整する絞り4、集光された光画像を光電変換して輝度信号を生成するCCDイメージセンサ5、生成された輝度信号からノイズ成分を除去する前置増幅器(Pre-amp.)6、ノイズ成分が除去された輝度信号を、例えば14乃至16ビット程度のビット幅のデジタルデータに変換するADコンバータ(A/D)7、およびデジタル化された輝度を有する画素から構成される広DR画像 L を画像処理装置10に出力するI/Oインタフェース(I/O)8から構成される。

【0054】

図2は、画像処理システム1の動作概要を示している。ステップS1において、ビデオカメラ2は、被写体を撮影し、対応する広DR画像Lを生成して、画像処理装置10に出力する。ステップS2において、画像処理装置10は、広DR画像Lに階調圧縮処理を施して階調圧縮画像 L_u を生成し、ディスプレイ11に出力する。ステップS3において、ディスプレイ11は、階調圧縮画像 L_u を表示する。

【0055】

次に、図3は、画像処理装置10の第1の構成例を示している。画像処理装置10のトーンカーブ補正部21は、ビデオカメラ2から入力される広DR画像Lを、予め用意されているトーンカーブに基づいて、階調を圧縮する方向に補正し、その結果として得られるトーンカーブ補正画像 L_c を、平滑化輝度生成部22、ゲイン値設定部23、およびコントラスト補正部24に出力する。なお、このトーンカーブ補正画像 L_c は、階調が圧縮されており、階調が圧縮されたことに起因して、コントラストが弱められたものとなっている。また、トーンカーブ補正部21は、補正に用いたトーンカーブの傾きを示す代表値 γ をゲイン値設定部23に出力する。

【0056】

図4は、トーンカーブ補正部21の構成例を示している。トーンカーブ補正部21のLUTメモリ31には、図5に示すような単調増加のトーンカーブに相当するルックアップテーブル（以下、LUTと記述する）と、トーンカーブの傾きを示す代表値 γ が予め保持されている。なお、LUTの代わりに、トーンカーブに相当する関数を保持するようにしてもよい。テーブル参照部32は、LUTメモリ31に保持されているLUTに基づき、広DR画像Lを、トーンカーブ補正画像 L_c に補正する。

【0057】

図5は、トーンカーブの一例を示しており、横軸が広DR画像Lの輝度を、縦軸が補正後のトーンカーブ補正画像 L_c の輝度を、それぞれ[0, 1]に正規化して表示している。図5に示されたトーンカーブは、正規化された広DR画像L

の輝度値が0.5よりも大きい場合にはその値を補正せず、正規化された広DR画像Lの輝度値が0.5よりも小さい場合には、その値が小さいほど、大きな補正量で補正する。つまり、ディスプレイ11に表示されたとき、画像の中の暗い領域が黒くつぶれないように補正が行われる。なお、トーンカーブの傾きを示す代表値 γ は、例えば、輝度全域の傾きをそれぞれ求めて、それらの平均値を代表値 γ とすればよい。例えば、図5に示されたトーンカーブの代表値は、 $\gamma = 0.94$ である。

【0058】

図3に戻る。平滑化輝度生成部22は、トーンカーブ補正画像 L_c の輝度を平滑化し、得られる平滑化画像の輝度 $L_{cl}(p)$ をコントラスト補正部24に出力する。図6は、平滑化輝度生成部22の構成例を示している。

【0059】

平滑化輝度生成部22の縮小画像生成部41は、トーンカーブ補正部21から入力されたトーンカーブ補正画像 L_c の画素を、その画素位置に対応して $m \times n$ ブロックに分類し、各ブロックに分類された画素の輝度の平均値を画素とする縮小画像 L_{cl} を生成する。縮小画像メモリ42は、生成された $m \times n$ 画素の縮小画像 L_{cl} を保持する。補間部43は、順次指定される画素位置 p の輝度を、縮小画像メモリ42に保持されている縮小画像の画素を用いた補間処理により算出して、得られた補間値 $L_{cl}(p)$ を、平滑化画像の画素の輝度としてコントラスト補正部24に出力する。ここで、 $p = (x, y)$ は、画素位置を示す座標またはベクトルである。従って、補間部43から出力される平滑化画像のサイズは、トーンカーブ補正画像 L_c のサイズは同一である。

【0060】

すなわち、平滑化輝度生成部22では、トーンカーブ補正画像 L_c が縮小されて縮小画像 L_{cl} が生成され、保持された縮小画像 L_{cl} が利用されて平滑化画像の輝度 $L_{cl}(p)$ が1画素ずつ補間演算によって算出されることになる。

【0061】

従来では、上述したように、効果的な階調圧縮処理を実施するためには比較的大きなサイズのフィルタ処理が必要であったが、平滑化輝度生成部22では、 m

$\times n$ 画素の縮小画像を保持する縮小画像メモリ 42 を設ければ済むことになる。

【0062】

図7は、図6の縮小画像生成部41の構成例を示している。縮小画像生成部41のソート部51は、前段のトーンカーブ補正部21から入力されたトーンカーブ補正画像 L_c の画素を、その画素位置に応じて $m \times n$ 個のブロックに分類し、平均値計算部52-1乃至52-N ($=m \times n$) に供給する。例えば、1番目のブロックに分類されたものは平均値計算部52-1に供給され、2番目のブロックに分類されたものは平均値計算部52-2に供給される。以下同様であり、N番目のブロックに分類されたものは平均値計算部52-Nに供給される。以下、平均値計算部52-1乃至52-Nを個々に区別する必要がある場合、単に平均値計算部72と記述する。

【0063】

平均値計算部52-i ($i=1, 2, \dots, N$) は、i番目のブロックに分類されたトーンカーブ補正画像 L_c の画素の輝度の平均値を算出して、合成部53に出力する。合成部53は、平均値計算部52-iからそれぞれ入力される輝度の平均値を画素値とする $m \times n$ 画素の縮小画像を生成する。

【0064】

図8は、図7の平均値計算部52の構成例を示している。平均値計算部52の加算器61は、前段のソート部51から入力されるトーンカーブ補正画像 L_c の輝度に、レジスタ(r)62が保持する値を加算して、レジスタ(r)62が保持する値を更新する。除算器63は、レジスタ62が最終的に保持している値を、1個のブロックを構成する画素数Qで除算することにより、1個のブロックに分類されたQ個の画素の輝度の平均値を算出する。

【0065】

図9は、図6の補間部43の構成例を示している。補間部43の近傍選択部71は、補間位置pの入力を受けて、縮小画像メモリ42に保持されている $m \times n$ 画素の縮小画像 L_{cl} から、補間位置pの近傍の 4×4 画素の輝度 $a[4][4]$ を取得して、積和部74に出力する。

【0066】

ここで $a[i][j]$ の表記は、輝度 a が $i \times j$ の 2 次元配列データであることを示す。また、近傍選択部 71 は、取得した輝度 $a[4][4]$ と補間位置 p との水平方向の位置ずれ量 d_x 、垂直方向の位置ずれ量 d_y を、それぞれ、水平係数算出部 72 または垂直係数算出部 73 に出力する。

【0067】

ここで、補間位置 p 、近傍の輝度 $a[4][4]$ 、位置ずれ量 d_x 、 d_y の関係について、図 10 を参照して説明する。

【0068】

図 10 の $m \times n$ のマス目は、縮小画像 L_{c1} を構成する $m \times n$ 画素を表している。いま、補間位置 $p = (p_x, p_y)$ が与えられたとすると、補間位置 p に対応する縮小画像 L_{c1} 上の位置 q は、 $q = (q_x, q_y) = (p_x / b_x - 0.5, p_y / b_y - 0.5)$ である。ただし、 $(b_x, b_y) = (\text{トーンカーブ補正画像 } L_c \text{ の水平画素数} / m, \text{ トーンカーブ補正画像 } L_c \text{ の垂直画素数} / n)$ である。

【0069】

補間位置 p に対応する縮小画像 L_{c1} 上の位置 q から近傍の画素を得るには、図 10 においては斜線で示された $q_x - 2 < x < q_x + 2$ 、 $q_y - 2 < y < q_y + 2$ の範囲に位置する縮小画像 L_{c1} の画素を取得すればよい。斜線で示された領域内の 4×4 の “+” マークで示された位置が取得される画素の位置である。近傍画素と補間位置 p のずれ量 (d_x, d_y) は、補間位置 q の左下方向の最も近い画素との差分とする。すなわち、ずれ量 $(d_x, d_y) = (q_x \text{ の小数部}, q_y \text{ の小数部})$ である。

【0070】

図 9 に戻る。水平係数算出部 72 は、近傍選択部 71 から入力された水平方向ずれ量 d_x に基づき、水平方向の 3 次補間係数 $k_x[4]$ を計算する。同様に、垂直係数算出部 73 は、近傍選択部 71 から入力された垂直方向ずれ量 d_y に基づき、垂直方向の 3 次補間係数 $k_y[4]$ を計算する。

【0071】

例えば、水平方向の 3 次補間係数 $k_x[4]$ は、次式 (1) を用いて計算する。

【数 1】

$$z = |dx - i + 2|$$

$$k_x[i] = \begin{cases} (3z^3 - 6z^2 + 4) / 6 & (z < 1) \\ (-z^3 + 6z^2 - 12z + 8) / 6 & (1 \leq z < 2) \\ 0 & \text{その他} \end{cases}$$

… (1)

【0072】

また、例えば、垂直方向の 3 次補間係数 $k_y[4]$ は、次式 (2) を用いて計算する。

【数 2】

$$z = |dy - j + 2|$$

$$k_y[j] = \begin{cases} (3z^3 - 6z^2 + 4) / 6 & (z < 1) \\ (-z^3 + 6z^2 - 12z + 8) / 6 & (1 \leq z < 2) \\ 0 & \text{その他} \end{cases}$$

… (2)

【0073】

なお、3 次補間係数 $k_x[4]$ 、 $k_y[4]$ の計算には、上述した式 (1)、(2) の他、十分に滑らかな補間が得られるならば、任意の計算式を用いることができる。

【0074】

積和部 74 は、近傍の画素の輝度 $a[4][4]$ と、水平方向の補間係数 $k_x[4]$ および垂直方向の補間係数 $k_y[4]$ との積和計算により、縮小画像 L_{c1} の補間位置 p の補間値 $L_{c1}(p)$ を、次式 (3) を用いて算出する。

【数 3】

$$L_{c1}(p) = \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^4 a[i][j] \cdot k_x[i] \cdot k_y[j]$$

… (3)

【0075】

図3に戻る。ゲイン設定部23は、トーンカーブ補正部21から入力される代表値 γ に基づき、コントラスト補正部24において平滑化画像の輝度 $L_{cl}(p)$ のコントラストを補正するときの補正量を調整するゲイン値 $g(p)$ を各画素位置に対して算出し、コントラスト補正部24に出力する。

【0076】

ここで、ゲイン値 $g(p)$ について説明する。ゲイン値 $g(p) = 1$ である場合、コントラスト補正部24においてコントラストは強調も抑制も行われず。ゲイン値 $g(p) > 1$ である場合、その値に対応してコントラストが強調される。反対に、ゲイン値 $g(p) < 1$ である場合、その値に対応してコントラストが抑制される。

【0077】

ゲイン値設定の概略を説明する。トーンカーブ補正画像 L_c のコントラストは、トーンカーブ補正による階調圧縮によって既に抑制されているが、その抑制量はトーンカーブの傾きに依存している。例えば強い階調圧縮を行うように傾きの小さなトーンカーブが適用されていれば、コントラストの抑制も強くなされていることになる。また、例えばトーンカーブとして傾き1の直線が適用されていれば、画像が変化しない、すなわち、コントラストの抑制は行われていないことになる。

【0078】

そこで、ゲイン値設定部23では、トーンカーブの傾きの代表値 γ が1よりも小さい場合には、ゲイン値が1より大きくなるように、トーンカーブの傾きの代表値 γ の逆数 $1/\gamma$ をゲイン値として採用する。

【0079】

また、入力されるトーンカーブ補正された輝度 L_c が白レベルまたは黒レベルに近い場合には、中間輝度域と同じようなコントラスト強調を行うとクリッピングが生じて逆に画像のディテールを失う結果となるので、入力されたトーンカーブ補正された輝度 L_c が白レベルまたは黒レベルに近くなるに従って、ゲイン値が1に近づくようする。

【0080】

すなわち、代表値 γ の逆数 $1/\gamma = g_0$ として、ゲイン値 $g(p)$ を次式(4)のように算出する。

$$g(p) = 1 + (g_0 - 1) \times \text{attn}(p) \quad \dots (4)$$

ここで、 $\text{attn}(p)$ は、減衰する係数であって、次式(5)を用いて計算される。

【数4】

$$\begin{aligned} \text{attn}(p) &= \text{attn}(L_{\text{gray}}, L_{\text{white}}, L_c) \\ &= \begin{cases} \left| \frac{L_c - L_{\text{gray}}}{L_{\text{white}} - L_{\text{gray}}} \right| & (2L_{\text{gray}} - L_{\text{white}} \leq L_c \leq L_{\text{white}}) \\ 1 & \text{その他} \end{cases} \quad \dots (5) \end{aligned}$$

【0081】

なお、式(5)において、 L_{gray} は、中庸なグレイレベルの輝度を示し、 L_{white} は、白クリップレベル(最大の白レベル)の輝度を示しており、どちらも予め設定されている定数である。

【0082】

図11は、ゲイン値設定部23の構成例を示している。除算器81は、前段から入力される代表値 γ の逆数 $1/\gamma = g_0$ を算出して減算器82に出力する。減算器82は、 $(g_0 - 1)$ を演算して乗算器88に出力する。

【0083】

減算器83は、トーンカーブ補正画像 L_c の各輝度と、中庸なグレイレベルの輝度 L_{gray} の差 $(L_c - L_{\text{gray}})$ を演算して、除算器85に出力する。減算器84は、白クリップレベルの輝度 L_{white} と、輝度 L_{gray} の差 $(L_{\text{white}} - L_{\text{gray}})$ を演算して、除算器85に出力する。除算器85は、減算器83の出力 $(L_c - L_{\text{gray}})$ を、減算器84の出力 $(L_{\text{white}} - L_{\text{gray}})$ で除算して、絶対値計算器86に出力する。絶対値計算器86は、除算器85の出力の絶対値を計算してク

リップ器 87 に出力する。クリップ器 87 は、絶対値計算器 86 の出力が 1 を超過する場合、その値を 1 にクリッピングし、絶対値計算器 86 の出力が 1 を超過しない場合、その値をそのまま、 $\text{attn}(p)$ として乗算器 88 に出力する。

【0084】

乗算器 88 は、減算器 82 の出力に、クリップ器 87 の出力を乗算して、加算器 89 に出力する。加算器 89 は、乗算器 88 の出力に 1 を加算し、演算結果をゲイン値 $g(p)$ として後段に出力する。

【0085】

図 3 に戻る。コントラスト補正部 24 は、ゲイン値設定部 23 から入力される各画素位置 p のゲイン値 $g(p)$ および平滑化輝度生成部 22 から入力される平滑化画像の輝度 $L_{cl}(p)$ に基づき、コントラストが弱められているトーンカーブ補正画像 L_c のコントラストを強調して階調圧縮画像 L_u を生成する。

【0086】

図 12 は、コントラスト補正部 24 の構成例を示している。コントラスト補正部 24 の減算器 91 は、トーンカーブ補正画像 L_c の各画素の輝度 $L_c(p)$ と、平滑化画像の対応する画素の輝度（すなわち、縮小画像の補間値 $L_{cl}(p)$ ）との差 $(L_c(p) - L_{cl}(p))$ を演算して、乗算器 92 に出力する。乗算器 92 は、減算器 91 の出力と、ゲイン値設定部 23 から入力されたゲイン値 $g(p)$ との積を演算して、加算器 93 に出力する。加算器 93 は、乗算器 92 の出力に、平滑化画像の画素の輝度（縮小画像の補間値 $L_{cl}(p)$ ）を加算して、その結果得られた輝度 $L_u(p)$ を、コントラスト補正がなされた階調圧縮画像 L_u を構成する画素の輝度として後段に出力する。

【0087】

なお、平滑化画像の画素の輝度（縮小画像の補間値 $L_{cl}(p)$ ）は、 $m \times n$ 画素の縮小画像 L_{cl} の画素を元にして補間された値であるから、縮小前のトーンカーブ補正画像 L_c のごく低周波域成分だけをもつものである。

【0088】

従って、減算器 91 の出力 $(L_c(p) - L_{cl}(p))$ は、元のトーンカーブ補正画像 $\log L_c$ から、ごく低域成分だけを差し引いたものとなる。このように輝

度信号を、ごく低周波域の成分とそれ以外の成分に分離し、そのうち、低周波域成分以外（減算器 91 の出力）を、ゲイン値 $g(p)$ を乗算することによってコントラストを強調した後、再び加算器 93 により合成したものが、コントラスト補正がなされた階調圧縮画像の輝度 $L_u(p)$ である。

【0089】

このように、コントラスト補正部 24 では、ごく低周波域を除く、低中周波域から高周波域の成分が同じゲイン値 $g(p)$ で強調されるようになされている。従って、コントラスト補正がなされた階調圧縮画像の輝度 $L_u(p)$ は、高周波域だけを強調したときに目立つ、エッジ部分の局所的なオーバーシュートは発生せず、見た目にもごく自然にコントラストが強調された画像が得られるようになされている。

【0090】

次に、画像処理装置 10 の第 1 の構成例による階調圧縮画像生成処理（すなわち、図 2 のフローチャートを参照して上述したステップ S2 の処理）の詳細について、図 13 のフローチャートを参照して説明する。

【0091】

ステップ S11 において、トーンカーブ補正部 21 は、ビデオカメラ 2 から入力された広 DR 画像 L の輝度を、予め用意されている LUT に基づいて補正し、その結果として得られるトーンカーブ補正画像 L_c を、平滑化輝度生成部 22、ゲイン値設定部 23、およびコントラスト補正部 24 に出力する。また、トーンカーブ補正部 21 は、補正に用いたトーンカーブの傾きを示す代表値 γ をゲイン値設定部 23 に出力する。

【0092】

ステップ S12 において、平滑化輝度生成部 22 は、トーンカーブ補正画像 L_c を縮小して、縮小画像 L_{c1} を生成し、さらに、縮小画像 L_{c1} の画素を用いた補間演算により、平滑化画像の画素の輝度 $L_{c1}(p)$ を算出して、コントラスト補正部 24 に出力する。

【0093】

ステップ S13 において、ゲイン設定部 23 は、トーンカーブ補正部 21 から

入力された代表値 γ に基づき、コントラスト補正部24において平滑化画像の輝度 $L_{cl}(p)$ のコントラストを補正するときの補正量を調整するゲイン値 $g(p)$ を各画素位置に対して算出し、コントラスト補正部24に出力する。

【0094】

なお、ステップS12の処理と、ステップS13の処理は、並行して実施することが可能である。

【0095】

ステップS14において、コントラスト補正部24は、ゲイン値設定部23から入力された各画素位置 p のゲイン値 $g(p)$ および平滑化輝度生成部22から入力される平滑化画像の輝度 $L_{cl}(p)$ に基づき、トーンカーブ補正画像 L_c の輝度を補正して、階調圧縮画像 L_u の画素の輝度 $L_u(p)$ を算出する。このようにして得られた、コントラスト補正がなされた階調圧縮画像 L_u は、高周波域だけを強調したときに目立つ、エッジ部分の局所的なオーバーシュートは発生せず、見た目にもごく自然にコントラストが強調された画像となる。以上で、画像処理装置10の第1の構成例による階調圧縮画像生成処理の説明を終了する。

【0096】

次に、図14は、画像処理装置10の第2の構成例を示している。この第2の構成例は、図3に示された第1の構成例のトーンカーブ補正部21の上段に、ビデオカメラ1から入力される広DR画像 L の輝度を対数変換する対数変換部101を設け、さらに、第1の構成例のコントラスト補正部24の下段に、コントラスト補正部24の出力を対数逆変換する対数逆変換部102を設けたものである。

【0097】

画像処理装置10の第2の構成例を構成する対数変換部101および対数逆変換部102以外の構成要素については、図3の第1の構成例と同等であるので、同一の符号を付しており、その説明は適宜省略する。ただし、第2の構成例において、トーンカーブ補正部21乃至コントラスト補正部24は、それぞれ対数変換された輝度を処理することになる。

【0098】

図15は、第2の構成例におけるトーンカーブ補正部21で適用されるトーンカーブの一例であり、横軸が広DR画像Lの輝度を、縦軸がトーンカーブ補正画像 L_c の輝度を、それぞれ[0, 1]に正規化して対数軸で表示している。この例のように、単調増加であって、緩やかな逆S字形のトーンカーブを適用すると、高輝度領域と低輝度領域では、階調圧縮があまり強く作用しないので、階調圧縮後でも白ツブレや黒ツブレが少ない良好な色調が得られる。逆に中間輝度域は階調圧縮が強く作用するが、その分だけ、中間輝度域に対しては、コントラスト補正が十分に適用されるので、中間輝度域でもコントラスト劣化のない良好な階調圧縮画像 L_u を得ることができる。図15に示されたトーンカーブの場合、代表値 $\gamma = 0.67$ である。

【0099】

次に、画像処理装置10の第2の構成例による階調圧縮画像生成処理の詳細について、図16のフローチャートを参照して説明する。

【0100】

ステップS21において、対数変換部101は、ビデオカメラ2から入力された広DR画像Lの輝度を対数変換し、その結果得られた対数広DR画像 $\log L$ をトーンカーブ補正部21に出力する。

【0101】

ステップS22において、トーンカーブ補正部21は、対数広DR画像 $\log L$ の輝度を、予め用意されている、例えば、図15に示されたトーンカーブに相当するLUTに基づいて補正し、その結果として得られた対数トーンカーブ補正画像 $\log L_c$ を、平滑化輝度生成部22、ゲイン値設定部23、およびコントラスト補正部24に出力する。また、トーンカーブ補正部21は、補正に用いたトーンカーブの傾きを示す代表値 γ をゲイン値設定部23に出力する。

【0102】

ステップS23において、平滑化輝度生成部22は、対数トーンカーブ補正画像 $\log L_c$ を縮小して、対数縮小画像 $\log L_{c1}$ を生成し、さらに、対数縮小画像 $\log L_{c1}$ の画素を用いた補間演算により、対数平滑化画像の画素の輝度 $\log L_{c1}(p)$ を算出して、コントラスト補正部24に出力する。

【0103】

ステップS24において、ゲイン設定部23は、トーンカーブ補正部21から入力された代表値 γ に基づき、コントラスト補正部24において対数平滑化画像の輝度 $\log L_{cl}(p)$ のコントラストを補正するときの補正量を調整するゲイン値 $g(p)$ を各画素位置に対して算出し、コントラスト補正部24に出力する。

【0104】

なお、ステップS23の処理と、ステップS24の処理は、並行して実施することが可能である。

【0105】

ステップS25において、コントラスト補正部24は、ゲイン値設定部23から入力された各画素位置 p のゲイン値 $g(p)$ および平滑化輝度生成部22から入力される対数平滑化画像の輝度 $\log L_{cl}(p)$ に基づき、対数トーンカーブ補正画像 $\log L_c$ の輝度を補正して、対数階調圧縮画像 $\log L_u$ の画素の輝度 $\log L_u(p)$ を算出し、対数逆変換部102に出力する。

【0106】

ステップS26において、対数逆変換部102は、対数階調圧縮画像 $\log L_u$ の画素の輝度 $\log L_u(p)$ を対数逆変換して、その結果得られた $L_u(p)$ を階調圧縮画像 L_u の画素の輝度として出力する。

【0107】

このようにして得られた、コントラスト補正がなされた階調圧縮画像 L_u は、高輝度領域と低輝度領域では、階調圧縮があまり強く作用しないので、階調圧縮後でも白ツブレや黒ツブレが少ない良好な色調となる。逆に中間輝度域は階調圧縮が強く作用するが、その分だけ、中間輝度域に対しては、コントラスト補正が十分に適用されるので、中間輝度域でもコントラスト劣化のない良好な画像となる。以上で、画像処理装置10の第2の構成例による階調圧縮画像生成処理の説明を終了する。

【0108】

以上説明したように、本発明の一実施の形態である画像処理装置10によれば、従来の階調圧縮技術に必要であった大量のメモリ（フレームメモリや画素系列

データのディレイラインとして使用される)を大幅に削減した構成で、通常よりも広いダイナミックレンジの輝度を有する広DR画像を、見栄得を損なうことなく、表示可能な輝度のダイナミックレンジがより狭いディスプレイ11に表示させることができる階調圧縮画像に変換することが可能となる。また、従来大きなフィルタ処理をもって実現されていた階調圧縮処理と遜色のない階調圧縮画像を得ることができる。

【0109】

勿論、画像処理装置10は、広DR画像を、ディスプレイ11以外のプリンタやプロジェクタが表現可能なダイナミックレンジに適合させて、広DR画像を階調圧縮画像に変換することが可能である。

【0110】

なお、本発明は、例えば、デジタルビデオカメラ、デジタルスチルカメラの撮影デバイスの他、ディスプレイ、プリンタ、プロジェクタ等の表現デバイスに内蔵される画像信号処理回路に適用することができる。

【0111】

ところで、上述した一連の処理は、ハードウェアにより実行させることもできるが、ソフトウェアにより実行させることもできる。一連の処理をソフトウェアにより実行させる場合には、そのソフトウェアを構成するプログラムが、専用のハードウェアに組み込まれているコンピュータ、または、各種のプログラムをインストールすることで、各種の機能を実行することが可能な、例えば汎用のパーソナルコンピュータなどに、記録媒体からインストールされる。

【0112】

図17は、汎用のパーソナルコンピュータの構成例を示している。このパーソナルコンピュータ120は、CPU(Central Processing Unit)121を内蔵している。CPU121にはバス124を介して、入出力インタフェース125が接続されている。バス124には、ROM(Read Only Memory)122およびRAM(Random Access Memory)123が接続されている。

【0113】

入出力インタフェース125には、ユーザが操作コマンドを入力するキーボー

ド、マウスなどの入力デバイスよりなる入力部126、処理操作画面や処理結果の画像を表示デバイスに出力する出力部127、プログラムや各種データを格納するハードディスクドライブなどよりなる記憶部128、ビデオカメラ2等と画像データを通信するI/Oインタフェース129が接続されている。また、磁気ディスク131（フレキシブルディスクを含む）、光ディスク132（CD-ROM(Compact Disc-Read Only Memory)、DVD(Digital Versatile Disc)を含む）、光磁気ディスク133（MD(Mini Disc)を含む）、もしくは半導体メモリ134などの記録媒体に対してデータを読み書きするドライブ130が接続されている。

【0114】

CPU121は、ROM122に記憶されているプログラム、または磁気ディスク131乃至半導体メモリ134から読み出されて記憶部128にインストールされ、記憶部128からRAM123にロードされたプログラムに従って各種の処理を実行する。RAM123にはまた、CPU121が各種の処理を実行する上において必要なデータなども適宜記憶される。

【0115】

なお、本明細書において、記録媒体に記録されるプログラムを記述するステップは、記載された順序に従って時系列的に行われる処理は勿論、必ずしも時系列的に処理されなくとも、並列的あるいは個別に実行される処理をも含むものである。

【0116】

また、本明細書において、システムとは、複数の装置により構成される装置全体を表すものである。

【0117】

【発明の効果】

以上のように、本発明によれば、使用するメモリの容量がより小さく、演算量が少なく、ハードウェア化が容易であり、かつ、適切に階調圧縮された画像のコントラストを強調することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明を適用した画像処理システムの構成例を示すブロック図である。

【図 2】

図 1 に示された画像処理システムの動作を説明するフローチャートである。

【図 3】

図 1 に示された画像処理装置の第 1 の構成例を示すブロック図である。

【図 4】

図 3 に示されたトーンカーブ補正部の構成例を示すブロック図である。

【図 5】

画像処理装置の第 1 の構成例において用いられるトーンカーブの一例を示す図である。

【図 6】

図 3 に示された平滑化輝度生成部の構成例を示すブロック図である。

【図 7】

図 6 に示された縮小画像生成部の構成例を示すブロック図である。

【図 8】

図 7 に示された平均値計算部部の構成例を示すブロック図である。

【図 9】

図 6 に示された補間部の構成例を示すブロック図である。

【図 10】

図 6 に示された補間部の処理を説明するための図である。

【図 11】

図 3 に示されたゲイン値設定部の構成例を示すブロック図である。

【図 12】

図 3 に示されたコントラスト補正部の構成例を示すブロック図である。

【図 13】

画像処理装置の第 1 の構成例による階調圧縮画像生成処理を説明するフローチャートである。

【図 14】

図 1 に示された画像処理装置の第 2 の構成例を示すブロック図である。

【図 1 5】

画像処理装置の第 2 の構成例において用いられるトーンカーブの一例を示す図である。

【図 1 6】

画像処理装置の第 2 の構成例による階調圧縮画像生成処理を説明するフローチャートである。

【図 1 7】

汎用のパーソナルコンピュータの構成例を示すブロック図である。

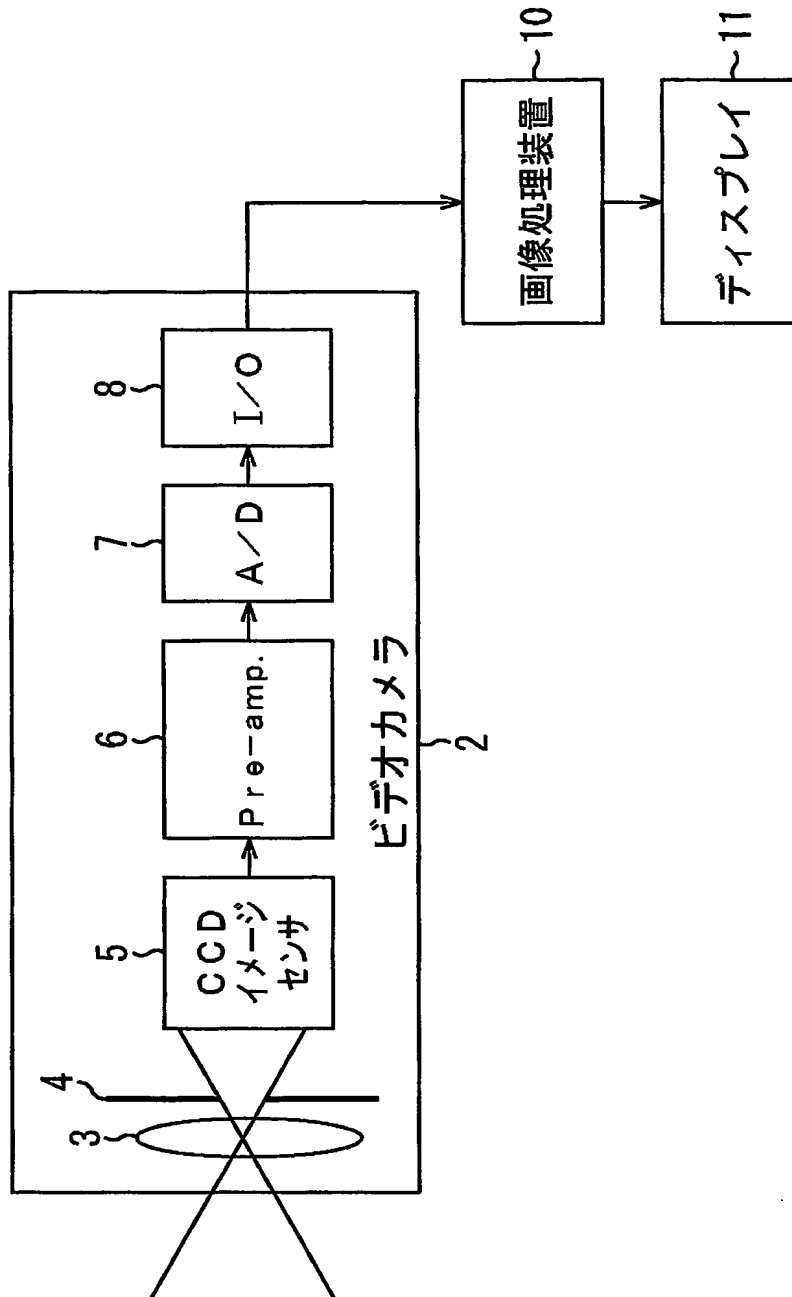
【符号の説明】

1 画像処理システム, 2 ビデオカメラ, 5 CCDイメージセンサ, 1
0 画像処理装置, 1 1 ディスプレイ, 2 1 トーンカーブ補正部, 2
2 平滑化輝度生成部, 2 3 ゲイン値設定部, 2 4 コントラスト補正部
, 1 0 1 対数変換部, 1 0 2 対数逆変換部, 1 2 1 CPU, 1 3 1
磁気ディスク, 1 3 2 光ディスク, 1 3 3 光磁気ディスク, 1 3 4
半導体メモリ

【書類名】 図面

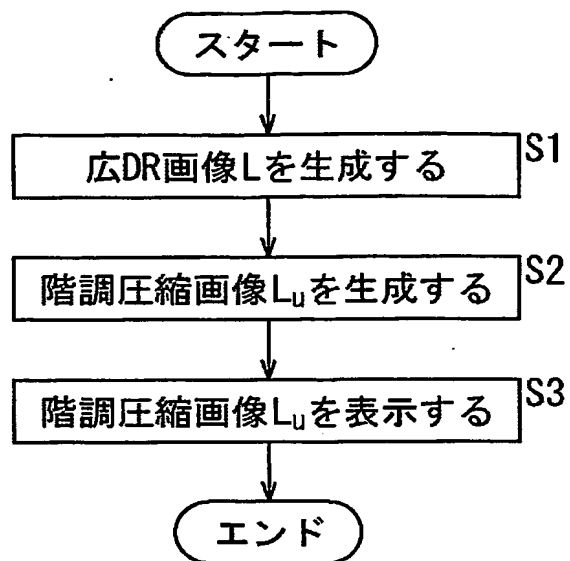
【図 1】

図1



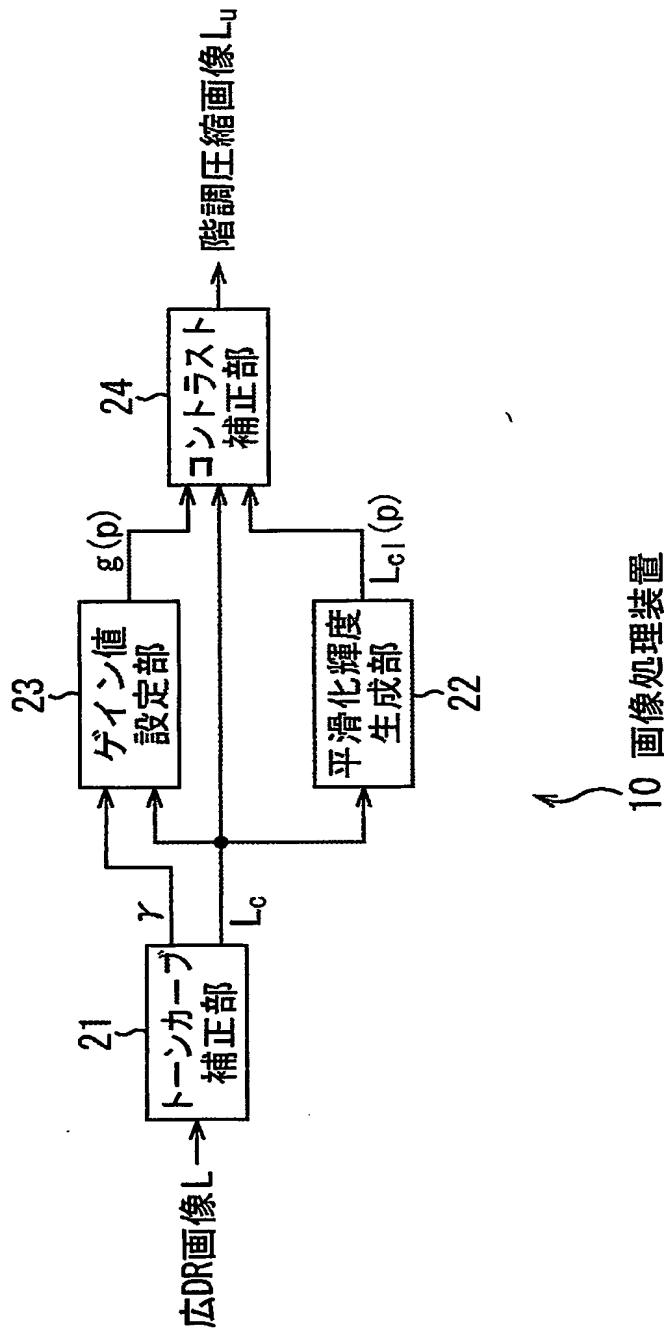
【図2】

図2



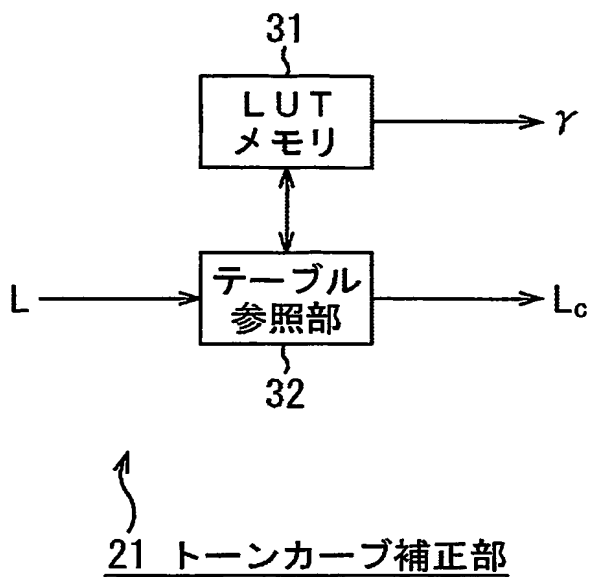
【図 3】

図3



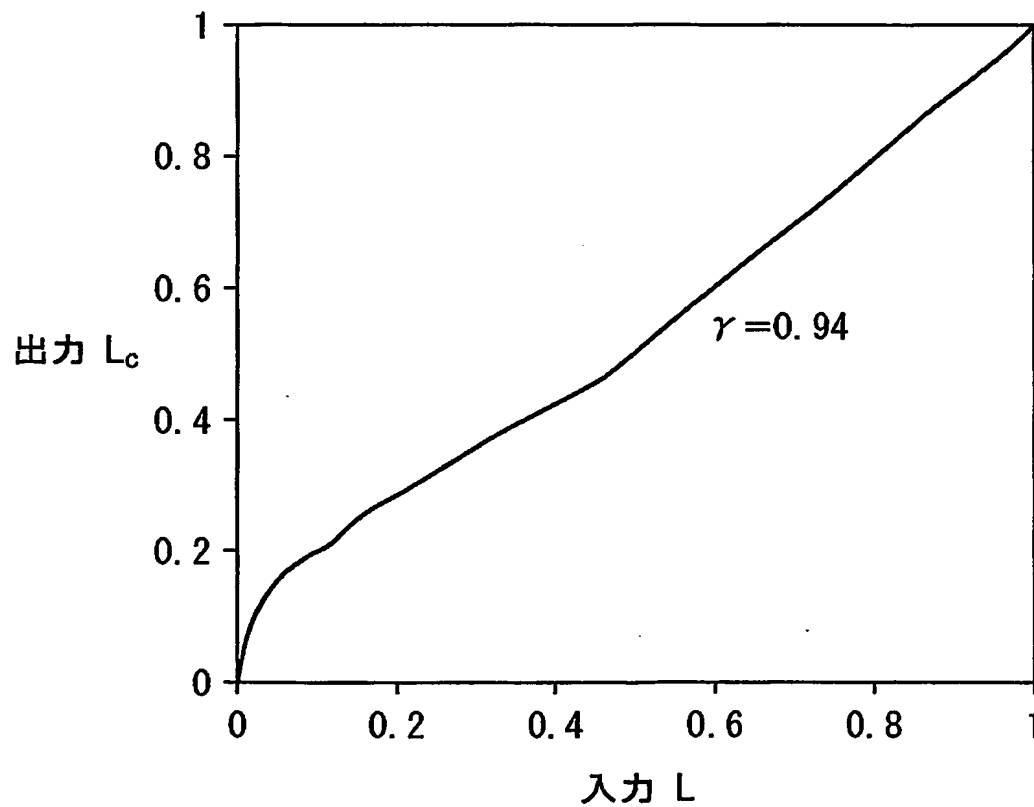
【図 4】

図4



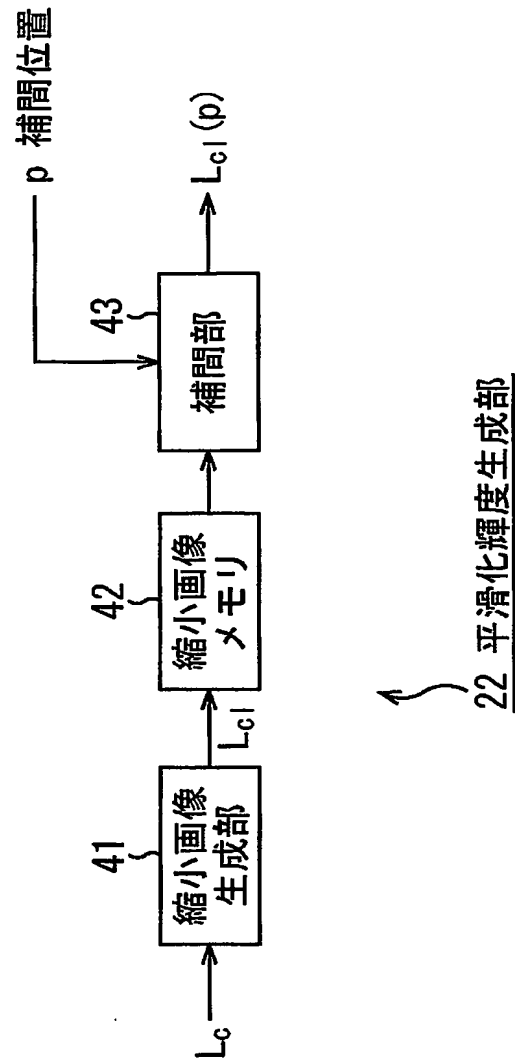
【図 5】

図5



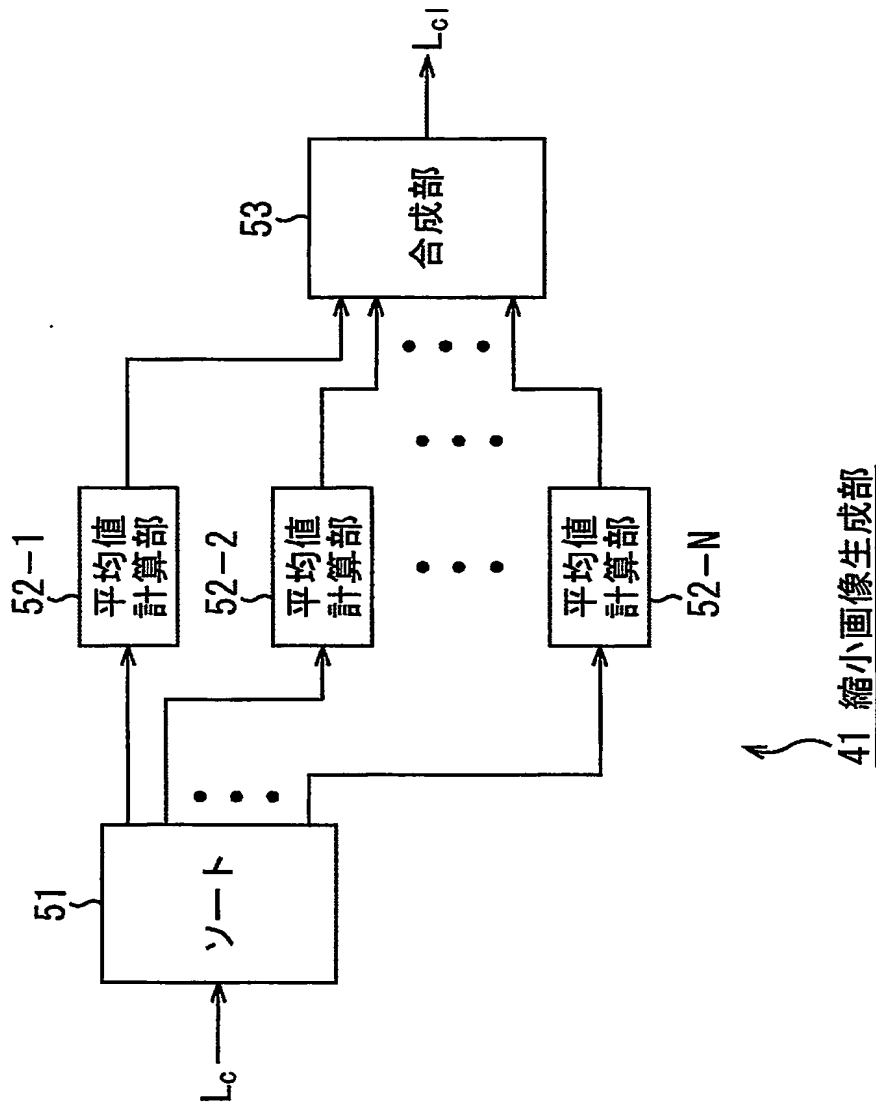
【図 6】

図6



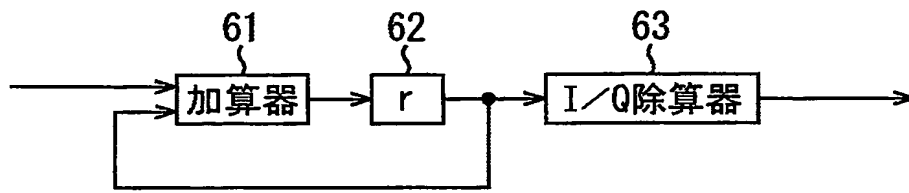
【図 7】

図7



【図 8】

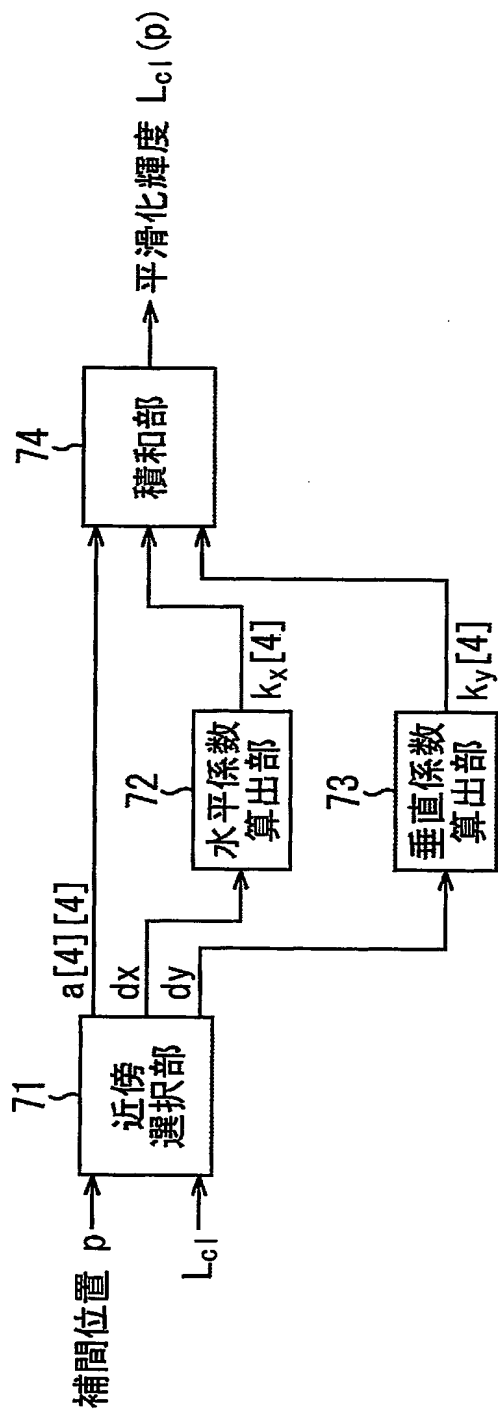
図8



↑
52 平均值計算部

【図 9】

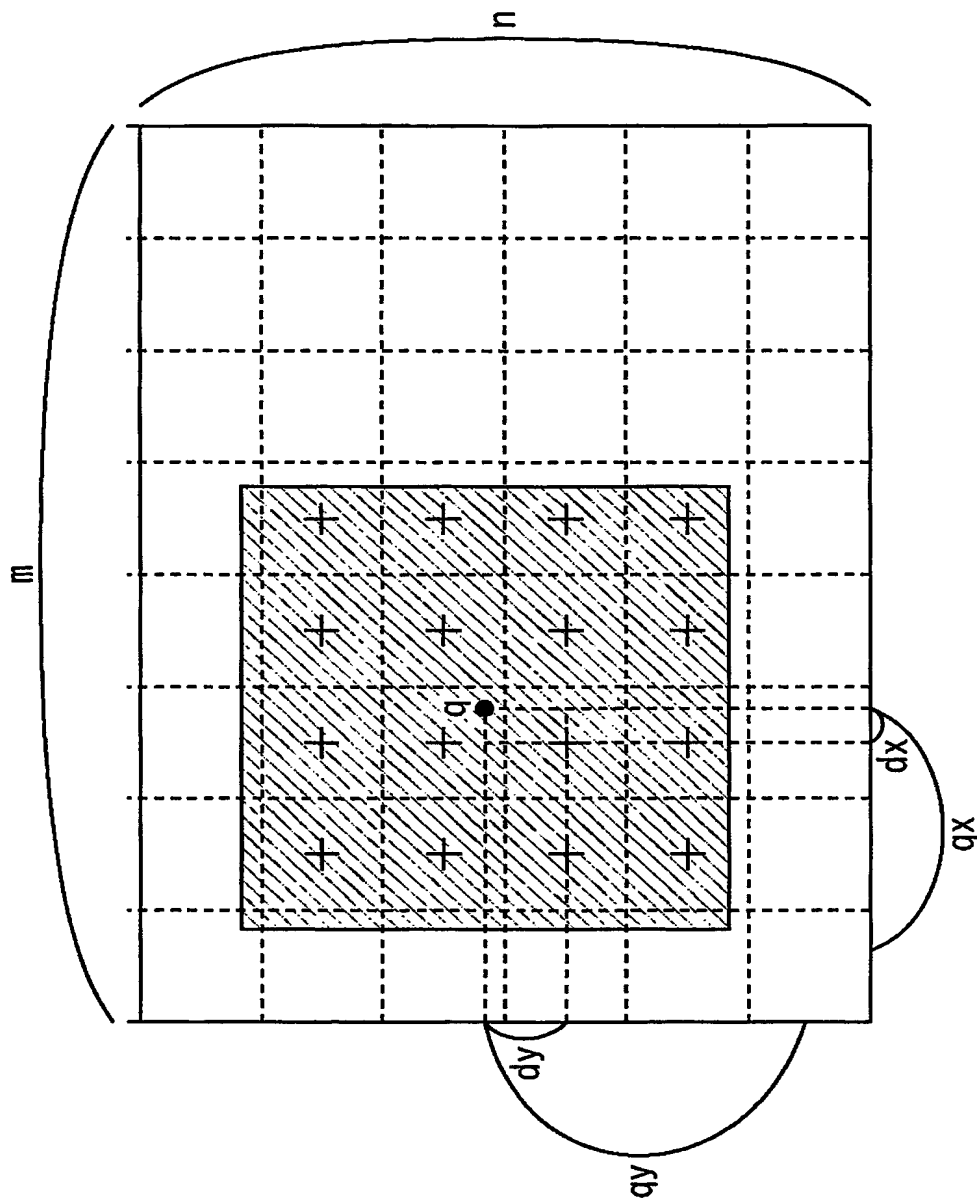
図9



43 補間部

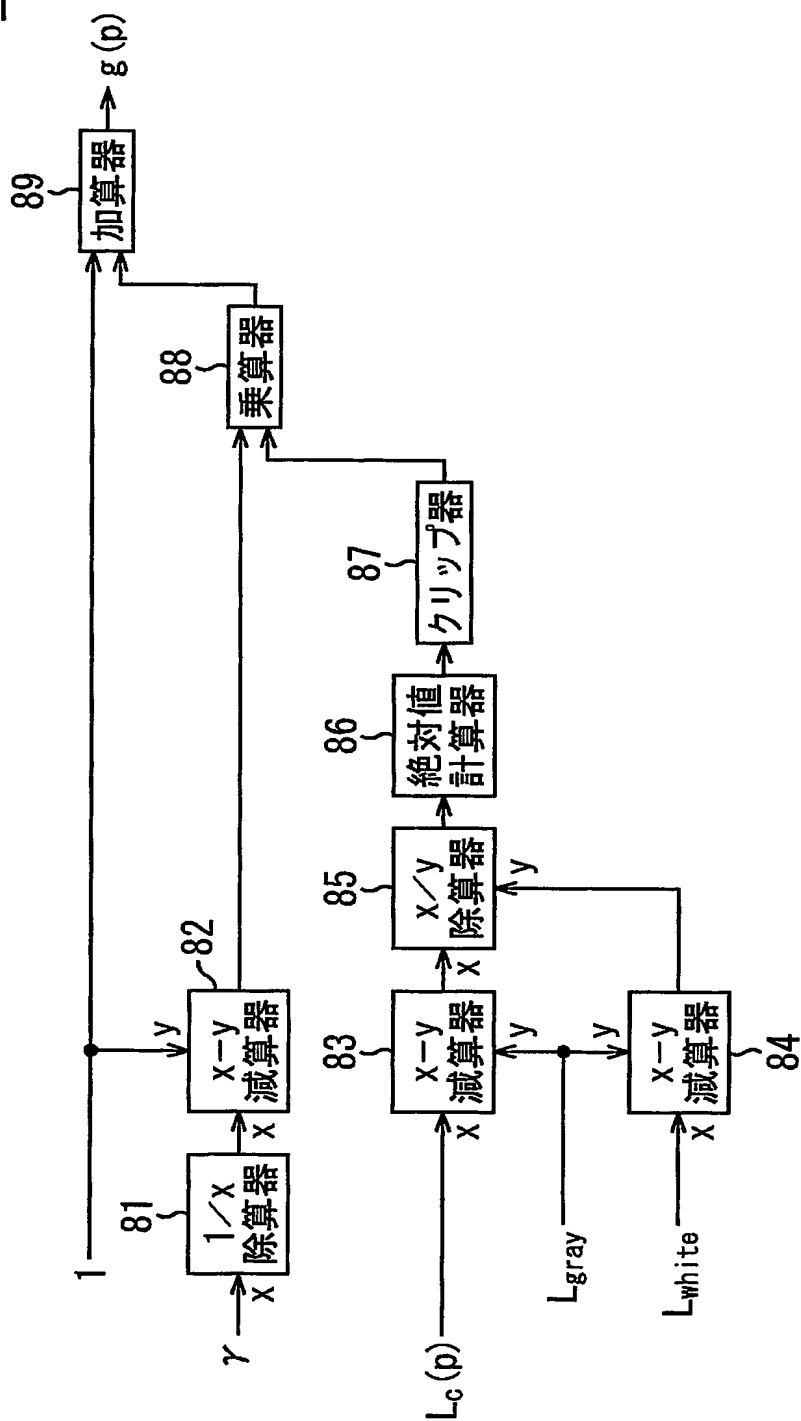
【図10】

図10



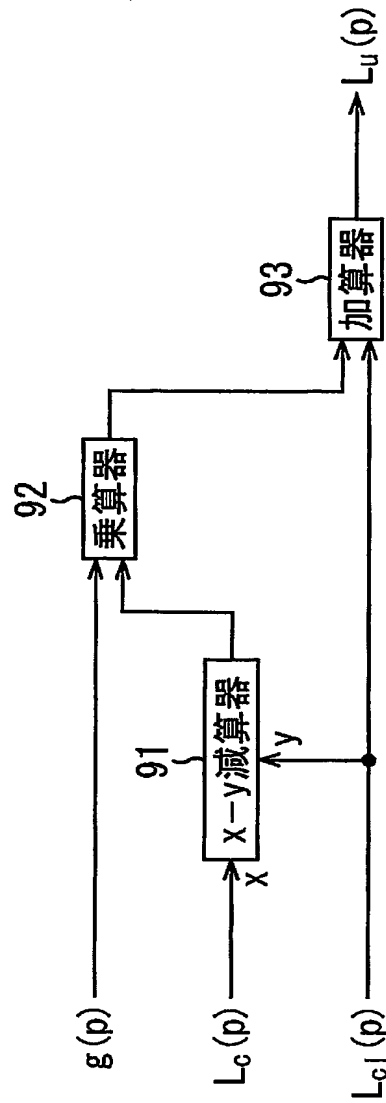
【図 11】

図 11



23 デイン値設定部

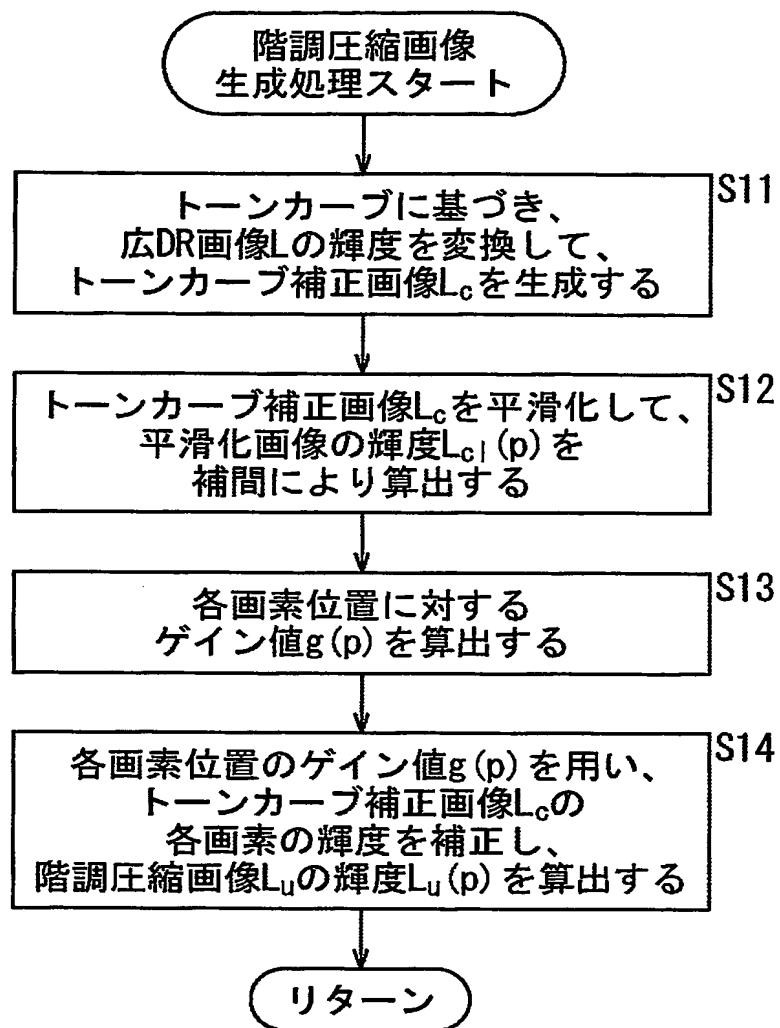
【図 12】
図12



24 コントラスト補正部

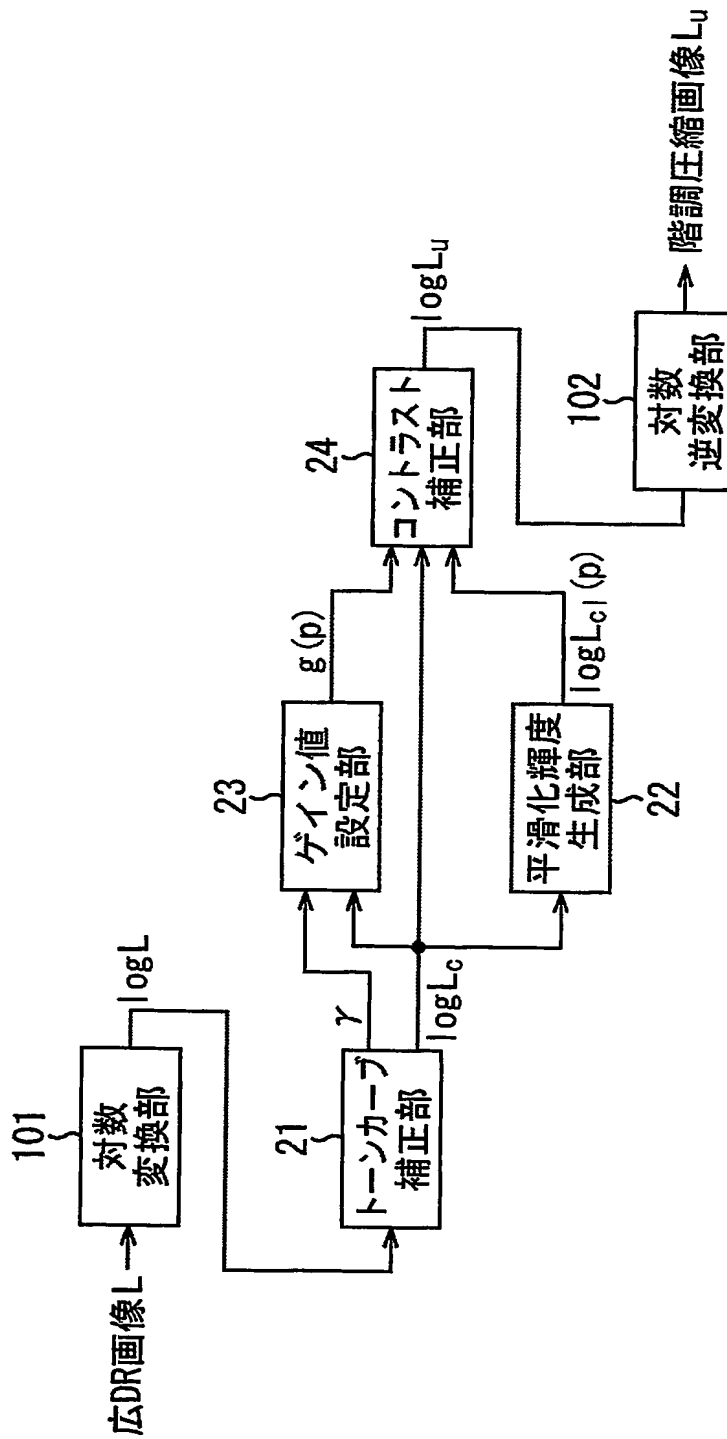
【図13】

図13



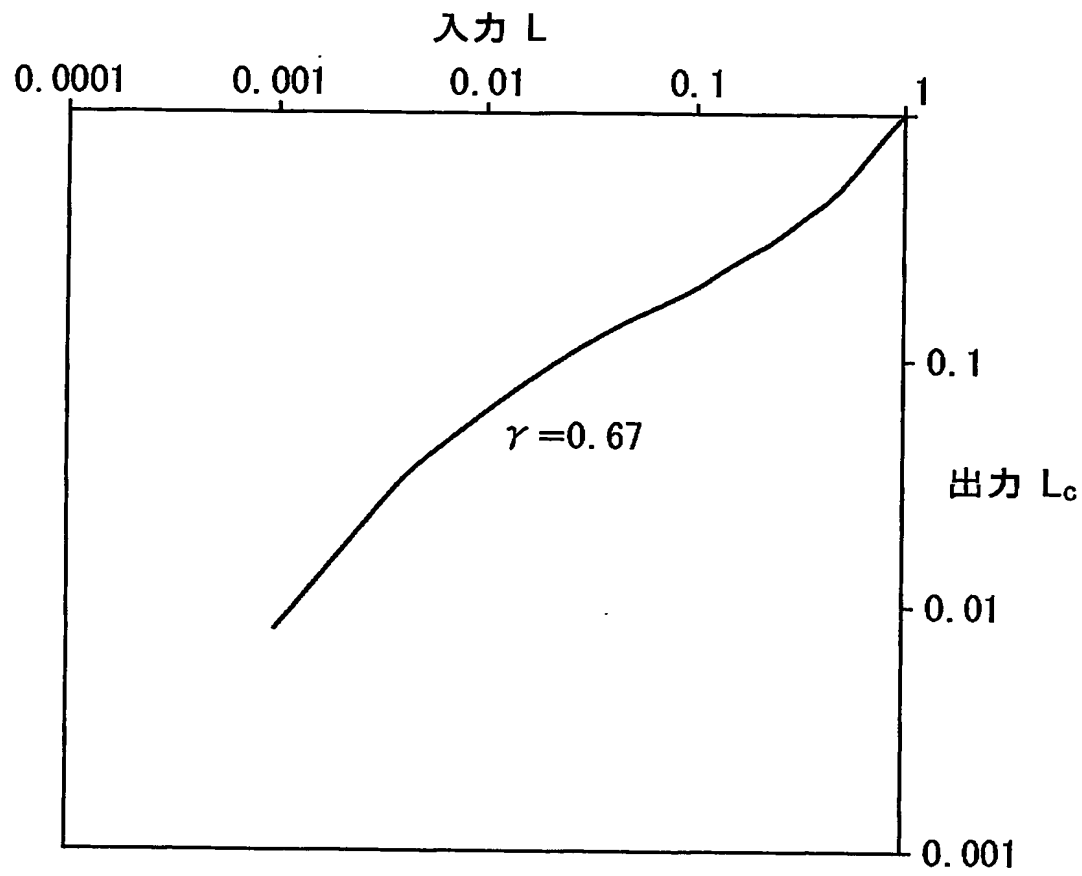
【図 14】

図14



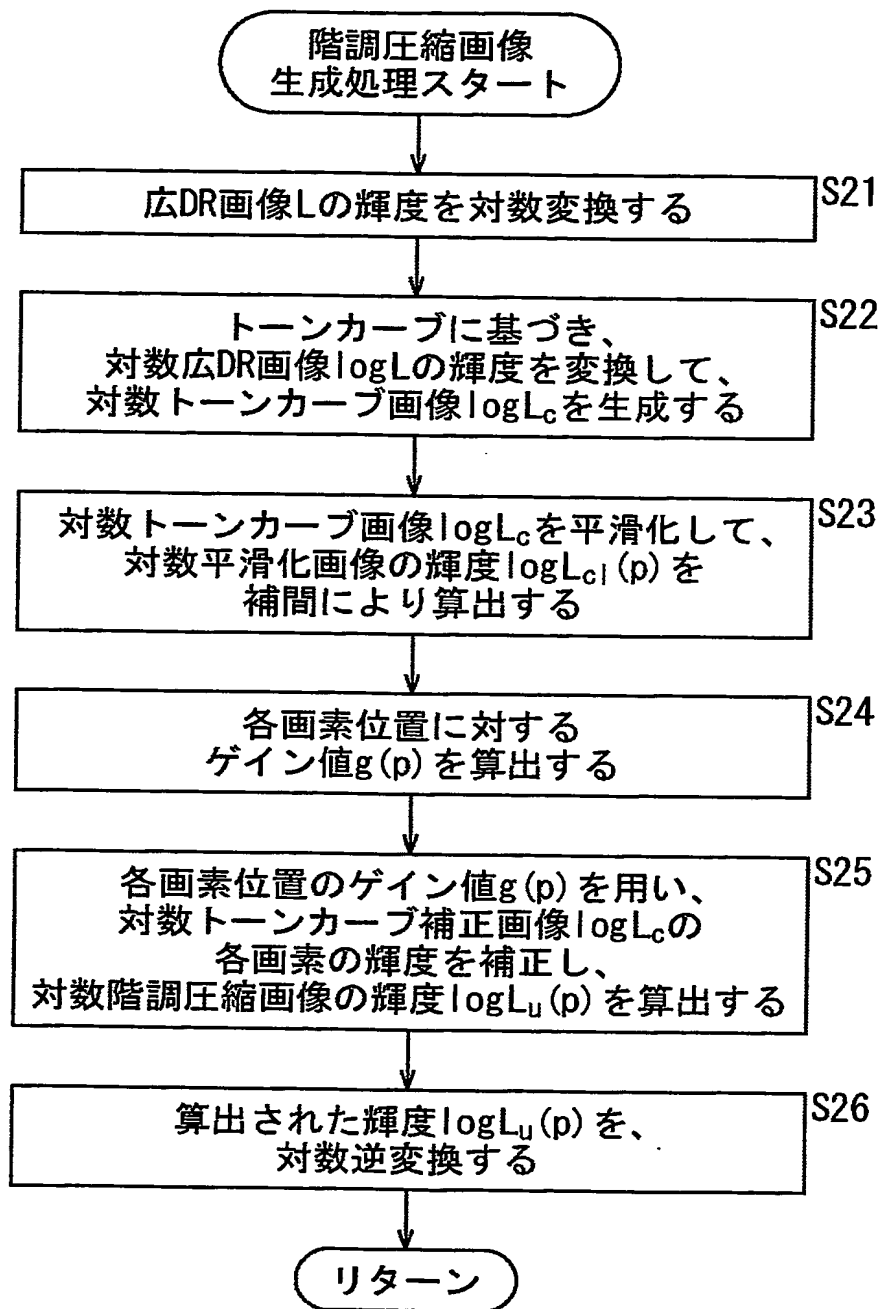
【図 15】

図15



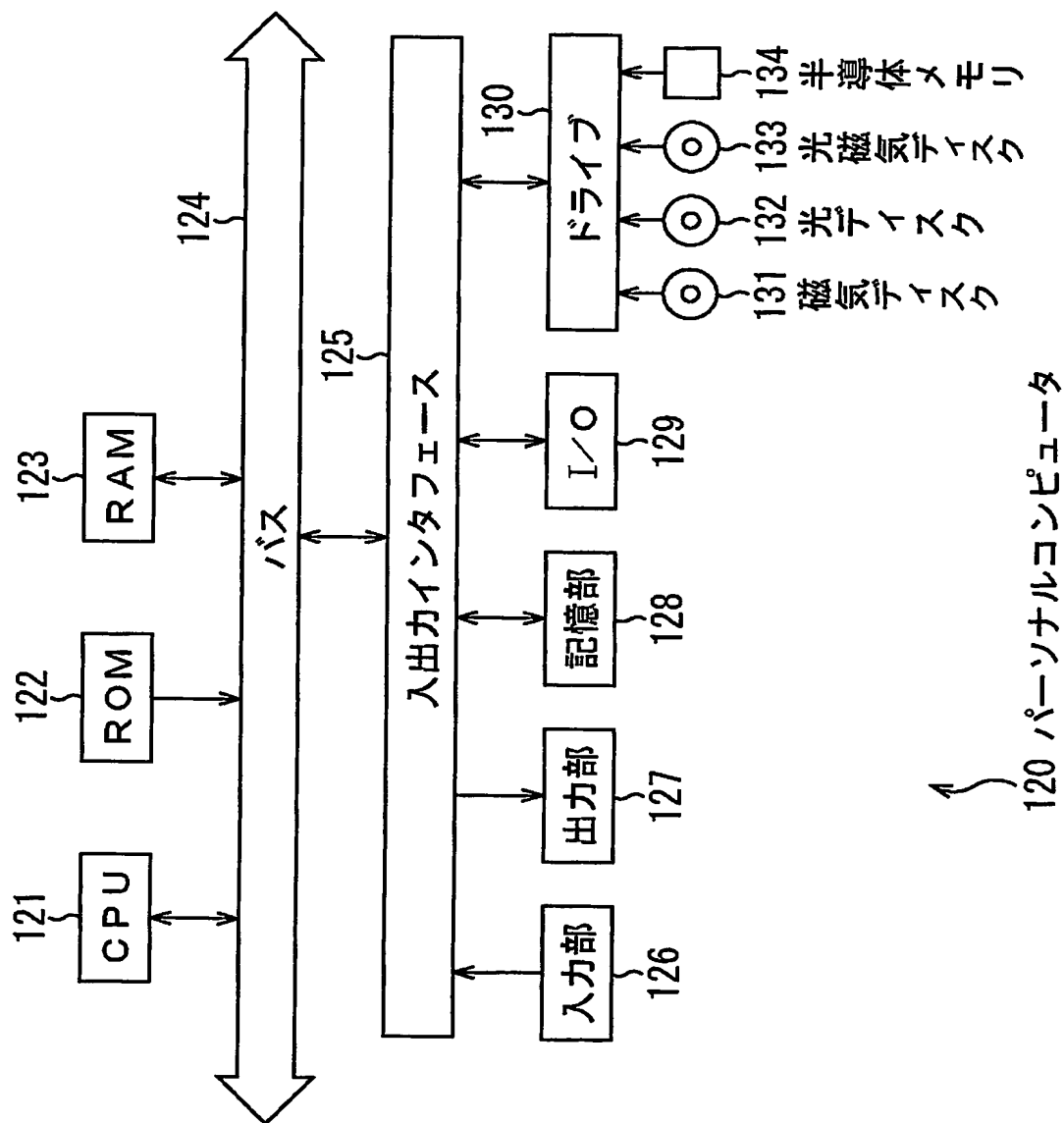
【図16】

図16



【図17】

図17



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 使用するメモリの容量がより小さく、演算量が少なく、ハードウェア化が容易であり、かつ、適切に階調圧縮された画像のコントラストを強調する。

【解決手段】 ステップS21で、広DR画像Lの輝度が対数変換される。ステップS22で、対数トーンカーブ補正画像 $\log L_c$ が生成される。ステップS23で、対数縮小画像 $\log L_{cl}$ が生成され、さらに、補間演算により、対数平滑化画像の画素の輝度 $\log L_{cl}(p)$ が算出される。ステップS24で、ゲイン値 $g(p)$ が各画素位置に対して算出される。ステップS25で、対数階調圧縮画像 $\log L_u$ の画素の輝度 $\log L_u(p)$ が算出される。ステップS26で、輝度 $\log L_u(p)$ が対数逆変換される。本発明は、デジタルビデオカメラ等の撮影デバイス、ディスプレイ、プリンタ等の再現デバイスに適用することができる。

【選択図】 図16

特願 2 0 0 3 - 0 0 3 1 3 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 2 1 8 5]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号

氏 名

ソニー株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☐ FADED TEXT OR DRAWING

☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.